

Emil Huldinann
garde forestier
Motta-Ponts Martel.
Auguste Huldinann fils.

Plan de la Loge: minima

14-15 Octob 1901	Cuvette	- 7
	forêt	+ 2
12 Juin 1900	Cuvette	- 5
	forêt	+ 5
26 Juin 1900	Cuvette	- 4
	forêt	+ 5

xwnt/80

Windsturm der Liebe, flürmender Fächer,
Lust nimm Walke zu Runden,
Laß einen Odem von Lachen zu Lachen
Flussende Träne anzünden!

Düffeln der Reize, die schliefen, Lachen,
Tollan die Glut der Liebe umlachen!

München neueste Nachrichten
zum Geburtstag Bismarcks
1. April 1895.



Minimum Schreckhorst -27°C Land XIII SAC
Maximum $+17^{\circ}\text{C}$

Gedrukt door

Der Föhn.

Ein Beitrag zur orographischen Meteorologie
und comparativen Klimatologie

von

Dr. Gustav Berndt.

Mit 10 Tafeln und Karten.



Göttingen,

Vandenhoeck & Ruprecht's Verlag.

1886.

Rh 402



83/476

Herrn

Dr. R. Billwiler,

Director der schweizerischen meteorologischen Centralanstalt
in Zürich

z u g e e i g n e t

vom

Verfasser.

V o r w o r t.

Wer mit objectiven und vorurtheilsfreiem Blick die Geschichte einer Wissenschaft überschaut, der wird zugestehen müssen, dass keine wissenschaftliche Theorie, sei sie an und für sich auch noch so plausibel, berechtigt ist, mit der Prätension absoluter Infallibilität aufzutreten. Wie wir jetzt die wissenschaftlichen Theorien eines Aristoteles und eines Alexander von Humboldt, die ihrer Zeit in hohem Ansehen standen und allgemeiner Geltung sich erfreuten, da sie die Thatsachen vollkommen ausreichend zu erklären schienen, als veraltet und unbrauchbar belächeln, so werden dereinst kommende Geschlechter Theorien, die wir gegenwärtig als unumstösslich und unwiderleglich anzusehen geneigt sind, als unhaltbar zur Seite schieben und durch neue ersetzen, denen offenbar ein gleiches Schicksal bevorsteht.

Was im Vorstehenden von menschlichem Wissen im Allgemeinen behauptet wurde, das gilt besonders von der Meteorologie, einer Wissenschaft, die erst im Aufblühen begriffen ist und zur Stunde noch im Kindheitsstadium ihrer Entwicklung sich befindet. Hier ist gar Manches noch unklar und zweifelhaft, bedarf gar Vieles noch sorgfältiger Beobachtung, vorurtheilsfreier Prüfung und erneuter Bestätigung durch die Thatsachen. Hier wird daher weise Vorsicht und massvolle Zurückhaltung ganz besonders am Platze sein.

Wenn nun der vorliegende Versuch es unternimmt, dieses verhältnissmässig noch wenig bebaute Feld wissenschaftlicher Forschung zu betreten und ein Problem zum Gegenstande der Untersuchung zu machen, das zwar schon vielfach discutirt, aber noch keineswegs endgiltig gelöst ist, so geschieht dies nicht in der Absicht, die Reihe der schon vorhandenen Theorien und Hypothesen um eine Anzahl neuer zu vermehren, auch nicht mit der

Prätension, das grosse Problem für alle Zeiten endgiltig lösen zu wollen, sondern lediglich, um die Frage, deren definitive Beantwortung die Lösung dieses Problems involviren würde, systematischer und von zahlreicheren Gesichtspunkten aus zu behandeln als dies bisher geschah, die sicher ermittelten Thatsachen und das zuverlässige Beobachtungsmaterial abschliessend zusammenzufassen und dabei den Nachweis zu führen, dass viele Seiten der Föhnfrage noch dunkel und unklar sind, dass gar Manches noch geschehen muss, um sie einer endgiltigen allseitig befriedigenden Lösung zuzuführen.

Schliesslich sei es dem Verfasser noch gestattet, an dieser Stelle seinen verbindlichsten Dank auszusprechen den Herren Dr. R. Billwiller, Director der schweizerischen meteorologischen Centralanstalt in Zürich, Dr. J. Hann, Director der k. k. österreichischen meteorologischen Centralanstalt und Professor an der Universität in Wien, und Dr. A. Mühry in Göttingen für die überaus gütige Bereitwilligkeit, mit welcher sie dem Verfasser ihre grundlegenden literarischen Arbeiten und bahnbrechenden Forschungen auf dem Gebiete der Meteorologie zur Verfügung stellten, sowie Herrn Dr. J. Partsch, Professor an der Universität zu Breslau, für seinen überaus schätzenswerthen kritischen Beirath, mit welchem er den Verfasser bei seiner Arbeit unterstützte.

Breslau im October 1886.

Dr. Gustav Berndt.

Inhalt.

	Seite.
Einleitung	1
Erster Theil: Topographie	19
Zweiter Theil: Chronographie	32
I. Föhnfälle	33
II. Föhnperioden	46
III. Föhnzeiten	49
Dritter Theil: Phänomenologie	57
Erster Abschnitt: Vorzeichen	58
I. Meteorische Phänomene	61
II. Optische Phänomene	68
III. Akustische Phänomene	82
Zweiter Abschnitt: Erscheinungsweise	88
I. Luftdruck	88
1. Zeitliche Schwankungen und örtliche Abwei- chungen des Luftdrucks	88
2. Luftdruckminima	101
3. Verhältniss der Minima zum Normaldruck	103
II. Luftbewegung	115
1. Richtung der Luftbewegung	117
a. Horizontalbewegung	117
b. Verticalbewegung	123
c. Wolkenzug	130
2. Stärke der Luftbewegung	137
a. Intensität	137
b. Intermittenz	147
c. Fortpflanzung	150
3. Zeitliche und örtliche Vertheilung der Luft- bewegung	152
a. Beginn der Luftbewegung	152
b. Oertliche Vertheilung der Luftbewegung	154
c. Ende der Luftbewegung	158
III. Luftwärme	160
1. Anfang, Ende und Dauer der Temperaturerhöhung	160
2. Betrag der Temperaturerhöhung und Abweichung von den Normalmitteln	163
3. Maxima	174
4. Schwankungen der Luftwärme	180

VIII

	Seite.
5. Horizontale Vertheilung der Luftwärme	186
6. Verticale Vertheilung der Luftwärme	196
IV. Luftfeuchtigkeit	227
1. Verdunstung	228
2. Feuchtigkeit	237
3. Niederschläge	260
a. Thau und Reif	261
b. Nebel und Wolken	264
c. Regen und Schnee	278
V. Föhnstaubfälle	296
VI. Elektrische, magnetische und seismische Phänomene	299
1. Elektrische Phänomene	299
2. Magnetische Phänomene	316
3. Seismische Phänomene	320
Anhang: Analoge Phänomene	337

Beilagen.

- I. Gang des Barometers beim Föhn vom 23. September 1866.
- II. Gang des Barometers beim Föhn vom 23. September 1866.
- III. Isobaren vom 15. November 1867.
- IV. Isobaren vom 16. November 1867.
- V. Isobaren vom 17. November 1867.
- VI. Vertheilung der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft beim Föhn vom 23. September 1866.
- VII. Gang der Temperatur beim Föhn vom 23. September 1866.
- VIII. Gang der Temperatur zu Trogen beim Föhn vom 5. bis 7. December 1869.
- IX. Gang der Temperatur zu Trogen beim Föhn vom 25. December 1870.
- X. Uebersichtskarte des schweizerischen Föhngebietes.

Einleitung.

Unter allen Winden, die im Gebiet der europäischen Alpen auftreten, dürfte wohl kaum einer zu finden sein, der eine in jeder Beziehung so wichtige und bedeutsame Rolle spielte wie der Föhn ¹⁾,

¹⁾ In Bezug auf Etymologie und Orthographie des Wortes Föhn differiren die Ansichten der Forscher nicht unerheblich und es sind darüber die abenteuerlichsten Hypothesen aufgestellt worden. So will Röder (der Föhnwind, Jahresber. der wetter. Ges. zu Hanau 1861/63 und nähere Bestimmung des Begriffs Föhnwind, Jahresber. d. naturf. Ges. Graubündens Neue Folge III. Jahrg.) den Namen Föhn vom griech. *φοῦνξ* ableiten, eine Herleitung, die etymologisch wie historisch u. naturwissenschaftlich gleich unhaltbar ist. Die Frage kann nur sein, ob das Wort Föhn deutschen Ursprungs ist, oder vom lateinischen *favonius* abstammt, was Röder, Dove, Titus Tobler u. A. bestreiten. Der letztgenannte Gewährsmann will das Wort Föhn auf eine gothische Wurzel *fōn* = *ignis* Feuer, zurückführen. Uebereinstimmend hiermit sagt Heer (Fröbel u. Heer, Mitth. a. d. Gebiet d. theoret. Erdk. I, p. 302 Anm.): „Man nennt bei uns alle südlichen Winde Föhn oder eigentlich Fū, Fühne (vielleicht von Für, Feuer)“. Auch in dem vortrefflichen schweizerischen Idiotikon von Friedrich Staub und Ludwig Tobler heisst es p. 113: „Wenn d’Fö (die Föngegend) offen ist, sind die Schneeberge, hell und scheinen nah; geht sie zu, so umwölkt sich der Himmel und es giebt Regen“. Das merkwürdigste Zeugniß für Abstammung und Schreibung unseres Windnamens legt eine alte Glosse in Mones, Anz. 8, 503c ab, nach welcher das Wort weiblich ist: *Diu fōnne ist warm und bringit regen; ez kumt von phōnnun, bi der phōnnun*. Dies *fōnne* ist entweder *fuonne* oder *fōnne*, *funne*, weist also auf ein althochdeutsches *fuonid*, *funid*, das allerdings an das gothische *fōn*, *funius* gemahnt, aus dem sich ein *fōnjó*, *funjó* gebildet haben könnte. Wäre nun das fragliche Wort in der deutschen Sprache weiter verbreitet und die Glosse zu *uunniuwinte* (Graff I, 624) aufzulösen in *runniwinte*, *funniwinte*, nicht in *wunniwinte* oder gar *wiwinte*, so dürfte wohl die Ableitung des Wortes aus dem Deutschen den Vorzug verdienen und die Schreibung Fōn die richtige sein. In einer Predigt des Balth. Philgus vom Windsturm heisst es: „Die pfühn macht schön, wann sie vergaht, füllt sie ins kaht“. Hier

ein localer Gebirgswind, der unter diesem Namen speciell in der tritt das Wort mit *h* auf. Dieses *h* hat denn auch etymologisch seine volle Berechtigung und die Abstammung des Wortes Föhn vom lat. *favonius* gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man die Nähe Italiens in Erwägung zieht, ferner die Verwandtschaft des Italienischen mit den romanischen Dialekten Graubündens, aus denen viele Worte in die deutschen Idiome der Nachbarkantone übergegangen sind. Aus dem lateinischen *favonius* wurde im Italienischen und Castilianischen *favonio*, im Aragonischen *fagueño* und in den romanischen Dialekten Graubündens tritt uns das Wort in mehreren verschiedenen Formen entgegen wie *favuogn*, *fuvugn*, *fagugn*, *fuogn*, von denen die letztere der germanisirten Form wohl am nächsten stehen dürfte. In allen diesen romanischen Formen tritt der K-Laut, der in der italienischen u. spanischen Form phonetisch wohl schon erkennbar ist, aber noch nicht geschrieben wird, auch in der Schreibung deutlich zu Tage und wer genau darauf achtet, wie die Schweizer das Wort Föhn aussprechen, dem wird es nicht länger zweifelhaft sein, dass das *h* der germanisirten Wortform nichts anderes ist als der aspirirte K-Laut der romanischen Formen, dass demnach das Wort Föhn thatsächlich vom lateinischen *favonius* abstammt und das von Dove verworfene „Ballast-*h*“ seine volle Berechtigung hat. Je nach der Stärke seines Auftretens unterscheiden die Schweizer wilden Föhn, zahmen Föhn u. Föhnenluft; in Bezug auf seine meteorologischen Eigenthümlichkeiten einen Dimmerföhn, Lizziföhn etc. und hinsichtlich der verschiedenen Berg- und Thalgebiete, die er überweht, reden sie von einem Gotthardföhn, Hasliföhn etc. Im Waadtlande nennt man ihn *caudaire*. In Innsbruck heisst der Föhn *par excellence* der warme Wind; in Kärnthen wird er Jauck genannt und in einigen Thalgebieten der österreichischen Ostalpen heisst er Pyrhenerwind. Vrgl. hiezu:

Diez, Wörterbuch der romanischen Sprachen II, p. 131. Bonn 1869 u. 1870.

Dove, der Schweizer Fön. Berlin 1868.

Durand, statistique élémentaire. Lausanne 1795.

J. u. W. Grimm, deutsches Wörterbuch III, p. 1869. Leipzig 1862.

Fröbel u. Heer, Mittheilungen aus dem Gebiete der theoret. Erdkunde I. Zürich 1836.

Röder, nähere Bestimmung des Begriffs Föhnwind; Jahresber. d. naturf. Ges. Graubündens. Neue Folge III. Jahrg. Chur 1858.

Röder, der Föhnwind; Jahresber. d. wetter. Ges. zu Hanau 1861/63. Hanau 1864.

F. Staub u. L. Tobler, schweizerisches Idiotikon I, p. 113. Frauenfeld 1884.

Stalder, Versuch eines schweizerischen Idiotikon I, p. 390. Basel und Aarau 1806.

Schweiz bekannt ist und hier ganz besonders häufig und charakteristisch auftritt, wohl aber auch in den weiter östlich gelegenen Alpenländern vorkommt, wenn gleich in ihnen weniger häufig und weniger charakteristisch ausgeprägt in seinen meteorologischen Eigenthümlichkeiten als im schweizerischen Alpengebiet. Der ganz ausserordentlich tief greifende und vielseitige Einfluss, den dieser Wind als meteorologischer Factor ersten Ranges nicht nur auf das Klima des Landes ausübt, das seiner Einwirkung unterliegt, sondern auch auf die gesammte Welt der anorganischen, vegetabilischen und animalischen Gebilde, die in diesem Lande zu finden sind und mit ihm in Contact kommen, die eminent praktische Bedeutung, die er dadurch für das gesammte Natur- und Menschenleben seines Herrschaftsgebietes gewinnt, endlich auch das in wissenschaftlicher Beziehung ausserordentlich hohe theoretische Interesse, das er durch die überaus merkwürdigen, zum Theil ganz abnormen Erscheinungen, die ihn begleiten, von jeher erregt hat, haben ihn schon seit Decennien zum Gegenstand der eingehendsten und sorgfältigsten wissenschaftlichen Untersuchungen gemacht und eine ganze Literatur von Streitschriften hervorgerufen, in welchen Seitens der Forscher die heterogensten Ansichten über Ursprung und Wesen dieses Windes aufgestellt worden sind.

Nachdem die fortgesetzten Forschungen, welche Venetz ¹⁾, Charpentier ²⁾, Desor ³⁾, Agassiz ⁴⁾ und andere schweizerische

¹⁾ Venetz, mémoire sur l'extension des anciens glaciers renfermant quelques explications sur leurs effets remarquables; Extr.

²⁾ Charpentier, essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône. Lausanne 1841.

³⁾ Desor, excursions et séjour de M. Agassiz sur la mer de glace du Lauteraar et du Finsteraar en société de plusieurs naturalistes. Genève 1841.

Desor, aperçu du phénomène erratique des Alpes; Jahrbuch des Schweizer Alpenclub I. Bern 1864.

Desor, aus Sahara und Atlas; vier Briefe an J. v. Liebig. Wiesbaden 1865.

Desor, der Gebirgsbau der Alpen. Wiesbaden 1865.

Desor, die Beziehungen des Föhns zur afrikanischen Wüste; Jahrb. des S. A. C. II. Bern 1865.

Desor, das Alter der Sahara; Reisebriefe aus Afrika; Allgem. Zeitung 1865.

⁴⁾ Agassiz, études sur les glaciers. Neuchâtel 1840.

Geologen mit unermüdlichem Eifer auf dem Gebiete der Gletscherkunde angestellt hatten, zu der Annahme geführt hatten, dass die Schweiz in einer früheren Periode der Erdgeschichte mit Gletschern von weit grösserer Ausdehnung und Mächtigkeit bedeckt war, als dies gegenwärtig der Fall ist, zog man auch den aus dieser Hypothese mit Nothwendigkeit sich ergebenden Schluss, dass das Klima Centraleuropas zu jener Zeit allgemeiner Vereisung ein kälteres gewesen sein müsse, als gegenwärtig. Nun weisen aber eine Reihe unumstösslicher Thatsachen mit Sicherheit darauf hin, dass die Erde in einem continuirlichen Erkaltingsprocess begriffen ist, demnach in früheren Zeiten wärmer gewesen sein muss, als jetzt. Woher also auf einmal diese unerklärliche Kälteperiode, die man die Eiszeit zu nennen pflegt? Die erste anscheinend befriedigende Antwort auf diese bis dahin noch offene Frage gab der schweizerische Geologe Arnold Escher von der Linth ¹⁾ im Jahre 1852, indem er das Problem der Eiszeit durch den Föhn zu lösen suchte und somit diesem Winde eine eminent civilisatorische Bedeutung in der Geschichte der Erdphysik zuschrieb.

„Uebersteigen wir“, sagt der genannte Forscher, „Winterszeit einen unserer Alpenpässe, so erstaunen wir über die gewaltigen Massen von Schnee, die an mehreren Stellen aufgehäuft und vom Sturmwind zusammengeweht worden sind. Besuchen wir dieselbe Gegend einige Monate später, so erkennen wir sie kaum mehr: statt der langen Schneelehnen, über die wir im Winter herabgerutscht sind, finden wir jetzt bedeutende Felswände, von einander getrennt durch Schutthalden und Weideplätze, an deren zwar kurzem aber würzigem Grase die Schafe sich erlaben. „Wie“ — fragen wir — „wodurch ist in diesen Höhen eine so rasche fast un-

Agassiz und seiner Freunde geolog. Alpenreisen in der Schweiz, Savoyen und Piemont. Frankfurt a/M. 1847.

Agassiz, Guyot et Desor, nouvelles études et expériences sur les glaciers actuels, leur structure, leur progression et leur influence sur le sol. Paris 1847.

¹⁾ Escher von der Linth, die Gegend von Zürich in der letzten Periode der Vorwelt. Zürich 1852 p. 23 u. 24.

Dove, über Eiszeit, Föhn und Scirocco. Berlin 1867. p. 11.

Dollfus-Ausset, matériaux pour l'étude des glaciers. Paris 1863 — 69. III, p. 172.

glaubliche Verwandlung möglich“? — „Das thut der Föhn“, antwortet uns der Hirt und theilt uns zur Bekräftigung den Spruch mit: „Der lieb Gott und die guldi Sunn vermöged nüd, wenn der Föhn nüd chunt ¹⁾.“ Wir alle haben in diesem Winter hier in Zürich die Wirkung des Föhns erlebt. Vor Neujahr war die ganze Landschaft hoch mit Schnee bedeckt; wenige Tage Föhnluft reichten aber hin, um trotz des hart und tief gefrorenen Bodens den Schnee in unserer ganzen Umgebung, selbst an den schattigsten Stellen des Uetliberges und fast bis an die Kante des hohen Rohnen hinauf wegzuschmelzen. Jahrgänge also, in denen der Föhn weniger herrscht als in anderen, sind der Zunahme des Schnees und der Gletscher sehr förderlich. Ein schlagendes Beispiel dafür ist ihr ausserordentliches Wachsthum im Zeitraum von 1812 bis Anfang der zwanziger Jahre. Blicke aber der Föhnwind so gut als ganz aus, so bekämen wir ein Klima, ähnlich dem, welches jetzt in den südlichsten Theilen von Amerika herrscht; dort aber erstrecken sich Gletscher unter einem Breitengrade, welcher dem von Lugano im Tessin entspricht. Es kann daher kaum einem Zweifel unterliegen, dass bei solchem kälteren Klima die Gletscher bei uns allmählig wieder das ganze Gebiet bedecken würden, welches sie in der Vorzeit inne gehabt zu haben scheinen. Der Föhnwind würde aber ausbleiben, wenn sein Stammort, die heisse Saharawüste, sich wieder in ein Meer umwandelte; von der Wasserfläche würde nicht mehr, wie es jetzt bei dem von der Sonne erhitzten Boden der Fall ist, ein warmer Luftstrom aufsteigen, welcher nach den die Natur beherrschenden physikalischen Gesetzen in der Höhe der Atmosphäre sich nordwärts wendet und zeitweise als Föhnwind über die Oberfläche unseres Landes zieht. Verschiedene Umstände weisen aber, wie der scharfsinnige Ritter ²⁾ schon längst angedeutet hat, in der That darauf hin, dass die Sahara in verhältnissmässig sehr neuer Zeit noch ein Meer gewesen ist. Ist dem so, so kann der Föhn damals bei uns

¹⁾ Nach einer anderen Version lautet dieses Sprichwort: „Der lieb Gott und die guldi Sunn chönnets nüt, wenn der Föhn nüt hilft.“ Vergl. Desor, die Beziehungen des Föhns zur afrikanischen Wüste; Jahrb. d. S. A. C. II, p. 408.

²⁾ Ritter, Erdkunde I, p. 306—403.

noch nicht geweht haben, und es stellt sich somit als gar nicht unwahrscheinlich dar, dass wirklich das Aufsteigen eines Theiles von Afrika aus den Meeresfluthen das Gletscherklima unserer Gegend in dasjenige umgewandelt hat, welches wir jetzt geniessen“. Einmal dem Ocean entstiegen und in eine trockene Sandwüste verwandelt, spielte also nach dieser Theorie die Sahara die Rolle eines Ofens, durch welchen Europa geheizt wird. Die unteren Schichten der trockenheissen Luft, die beständig von ihr aufsteigen, beladen sich, indem sie über das Mittelmeer hinstreichen, mit Feuchtigkeit und erscheinen in Sicilien und Italien als Scirocco, der bis an den Südfuss der Alpen vordringt, hier aber von der halbmondförmigen Mauer dieses Gebirges aufgehalten wird; die Luft der höheren Regionen aber wirft sich ungehemmt über die Gipfel und Kämme der Alpen hinweg, zwingt sich durch ihre Passlücken und Einsattelungen hindurch und stürzt dann in die jenseitigen Thäler hinab, um nunmehr hier als Föhn zu erscheinen, ein Wind, der zwar mit dem Scirocco den Ursprung und die Trockenheit gemein hat, in anderer Beziehung aber sich vielfach von seinem Verwandten unterscheidet. Dies ist die eminent civilisatorische Rolle, welche Escher von der Linth dem Föhn in der Geschichte der Erdphysik zutheilt.

Ebenso poetisch als geistreich, hatte diese Hypothese den doppelten Vorzug, eine ungemein difficile klimatologisch-physikalische Frage in ganz plausibler Weise zu lösen und dabei dichterischer Einbildungskraft zu schmeicheln. War doch nach ihr die Sahara die Wohlthäterin ganz Europas und der Uebermittler ihrer Wohlthaten kein anderer als der Föhn! Er befreite mit seinem erlösenden Hauch die Alpen von ihren eisigen Gletscherlasten und brachte ihnen den Frühling und das Leben. Er liess in ihrem Schoss die Grütliwiese grünen, die Geburtsstätte politischer Freiheit und nationaler Selbstständigkeit, in welcher sich aller Patriotismus des Schweizers concentrirt. Er bekleidete ihre Bergabhänge mit blumigen Matten und holzreichen Wäldern. Er schmückte ihre Thalgründe mit fruchttragenden Feldern und üppigen Gärten und zauberte an ihren Seegestaden jene prachtvollen Nussbaum- und Kastanienhaine hervor, die, vermischt mit lachenden Weingeländen, den charaktervollen Ernst nordischer Bergscenerie durch die stilvolle Schönheit südlicher Vegetationsformen ungemein wohl-

thuend mildern und den Fremdling aus dem Norden anmuthen wie ein Vorschmack transalpinen Herrlichkeit. Nicht nur Friedrich von Tschudi ¹⁾, der geistvolle Verfasser des *Thierlebens der Alpenwelt*, mit ihm auch viele andere ¹⁾ Berufene und Unberufene haben dem Sohne des grossen Lindomagicus die genial ersonnene Legende vom „wildem Kinde der Wüste“ ebenso gläubig nacherzählt, wie die Schweizer ihren Chronisten die schöne Sage vom Tell und dem Apfelschuss nacherzählt haben; und noch jetzt giebt es gar manchen biedereren Schweizer, der es ebenso übel nehmen würde, wenn man seinem ältesten Landsmann, dem Föhn, die afrikanische Herkunft absprechen wollte, als wenn man die Existenz seines Tell und den Apfelschuss in Zweifel zu ziehen wagt.

Es galt nun aber thatsächliche Beweise für die Richtigkeit jener oben ausgeführten Föhntheorie zu erbringen. Zu diesem Behuf unternahmen im Jahre 1863 die drei bekannten Gelehrten Desor aus Neuchatel, Escher von der Linth aus Zürich und Martins aus Montpellier eine wissenschaftliche Forschungsreise nach der algerischen Sahara. Hier fanden sie in der That eine Menge fossiler Reste von Muscheln wie *Cardium edule* und *Buccinum*, die noch jetzt im Mittelmeer leben, und sahen hierin den unwiderleglichen Beweis für die Richtigkeit der Hypothese, dass einst ein grosses, durch den Golf von Gabes mit dem Mittelmeer in Verbindung stehendes Binnengewässer die Sahara bedeckt habe, welchem dieselbe erst in einer geologisch nicht allzu fern liegenden Zeit entstieg, die mit der allgemeinen Vereisung Central-europas zusammenfiel. Hieraus erklärte sich nach der Annahme der drei Gelehrten von selbst die ehemalige Feuchtigkeit des Föhns und damit auch das Anwachsen der Gletscher. Diese Resultate wurden von Desor ²⁾ in seinen Briefen *aus Sahara und Atlas*, von Martins ³⁾ in der *Revue des deux mondes* veröffent-

¹⁾ Tschudi, das Thierleben der Alpenwelt. Leipzig 1865. p. 19.

²⁾ Desor, aus Sahara und Atlas. Vier Briefe an J. v. Liebig. p. 48 u. f.

Desor, die Beziehungen des Föhns zur afrikanischen Wüste; Jahrb. des S. A. C. II, p. 407 u. f.

Desor, der Gebirgsbau der Alpen. p. 120 u. f.

³⁾ Martins, le Sahara, souvenirs d'un voyage d'hiver; *Revue des deux mondes* 1864.

licht und die bedeutendsten Forscher schlossen sich nunmehr ihrer Ansicht an, unter ihnen auch der berühmte englische Geologe Charles Lyell ¹⁾, der seinen früheren Erklärungsversuch der Eiszeit nach dieser neuen Theorie umformte. Nicht so Dove, der Altmeister der modernen Meteorologie. Von vorn herein hatte er zu Eschers Theorie bedenklich das Haupt geschüttelt und während die schweizer Geologen in freudiges Triumphgeschrei ausbrachen über die glückliche Lösung des Eiszeitproblems ²⁾, wetzte er in aller Stille das zweischneidige Schwert seiner vernichtenden Kritik und wies den Schweizern in seiner Schrift *über Eiszeit, Föhn und Scirocco* nach, dass in ihrem Lande nicht weniger als ein halbes Dutzend verschiedener Winde mit dem Namen Föhn bezeichnet werde, dass der Föhn nicht, wie sie behaupteten, ein trockener, sondern vielmehr ein feuchter Wind ³⁾ sei und die Stätte seines Ursprungs nicht in der Sahara, sondern vielmehr im atlantischen Ocean gesucht werden müsse, dass übrigens ein der Sahara entstammender Wind gar nicht nach den Alpen gelangen könne, sondern, durch die Rotation der Erde abgelenkt, nach unwandelbar feststehenden mechanischen Gesetzen die Küsten Kleinasiens und des schwarzen Meeres überwehen müsse ⁴⁾, dass also ihr „wildes Kind der Wüste“, weit entfernt, das Freiheitsgrütli am See der Vierwaldstätten grünen zu lassen, höchstens entlegene Ländergebiete am Taurus in Einöden habe verwandeln können ⁵⁾.

¹⁾ Lyell erklärte sich in einer Adresse an die British Association zu Bath im September 1864 entschieden für Eschers Theorie und de la Rive hob in der Eröffnungsrede der Vereinigung der schweizer Naturforscher in Genf am 21. August 1865, indem er von den Gründen der Verminderung der Gletscher sprach, als ersten hervor: „Le soulèvement d'une partie de l'Afrique qui a converti en un désert aride d'où provient un vent chaud et sec une mer d'où partait un vent chaud également, mais très-humide.“ Vergl. Dove, *über Eiszeit, Föhn und Scirocco* p. 20.

²⁾ Desor, *der Gebirgsbau der Alpen*. p. 122.

³⁾ Dove, *über Eiszeit, Föhn und Scirocco*. p. 29 u. f.

⁴⁾ Dove, *ibid.* p. 24 u. f.

⁵⁾ Die Resultate, zu welchen neuerdings Charles Grad bei einer Bereisung Algeriens gelangte, stehen übrigens auch durchaus nicht im Einklang mit der von Escher und Desor aufgestellten Ansicht über das relativ sehr jugendliche Alter der Sahara, auf welche die beiden letztgenannten Forscher ihre Hypothese über den Zusammenhang zwischen

Diese Angriffe konnten von Seiten der Schweizer nicht ohne Erwiderung bleiben. Eine solche wurde zuerst gegeben von Wild¹⁾ in seiner Rectoratsrede, die in würdevoll ruhiger, rein sachlich gehaltener Darstellung den Angriffen Doves eine Reihe von erfahrungsmässig constatirten Thatsachen entgegenhält, die selbst der grosse berliner Meteorologe nicht in Abrede stellen konnte und die ihn veranlassten in einer Replique²⁾ seine Theorie über diesen Wind dahin zu modificiren, dass er zugab, es könne unter gewissen Umständen wohl auch ein afrikanischer Luftstrom bis zu den Alpen gelangen und dort als vorwiegend trockener Wind auftreten; im Allgemeinen aber hielt er daran fest, der Föhn sei ein vorwiegend feuchter Wind, der den Gewässern des Oceans entstamme. Doves Replique rief eine Gegenreplique von Wild³⁾ hervor, auf welche eine weitere Erwiderung Seitens des ersteren nicht mehr erfolgte.

War gleich der Streit der Meinungen auf diese Weise nicht endgiltig zum Austrage gebracht und eine vollkommene Einigung der einander gegenüber stehenden Ansichten nicht erzielt worden, so hatte er doch das Gute in seinem Gefolge, dass man nicht Föhn und Eiszeit der Alpen stützten. Grad fand, dass die Quaternärablagerungen, die am Fusse des Atlas in grosser Mächtigkeit auftreten, überall nur Land- und Süsswasserconchylien sowie das Cardium edule führen, das noch heute in den Salzsümpfen der Sahara lebt, dass aber nirgends wirkliche Meeresconchylien darin vorkommen, welche auf eine Wasserbedeckung der Sahara zur Diluvialzeit schliessen lassen könnten. Ebensovienig vermochte Grad im Atlas Gletscherspuren zu entdecken. Vergl.

Grad, étude sur le terrain quaternaire du Sahara algérien; Arch. des sciences nat. Genève 1872.

Grad, la géologie et le régime des eaux du Sahara algérien; Bullet. de la Soc. de géogr. Décembre 1872.

Grad, récentes études sur le Föhn et le Scirocco; Bullet. de la Soc. de géogr. 1874 p. 98.

Grad, le Föhn des Alpes et sur la mer intérieure du Sahara; Comptes rendus de l'Acad. de Paris 1875. Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met. VII, p. 296 und VIII, p. 32.

¹⁾ Wild, über Föhn und Eiszeit; Rectoratsrede, gehalten am 15. November 1867 in Bern; Bern 1868.

²⁾ Dove, der Schweizer Föhn; Nachtrag zu Eiszeit, Föhn und Scirocco. Berlin 1868.

³⁾ Wild, der Schweizer Föhn; Entgegnung auf Doves gleichnamige Schrift und Nachtrag zu Föhn und Eiszeit. Bern 1868.

mehr bloß mit Aufstellung mehr oder weniger gewagter Hypothesen sich begnügte, sondern eine allseitigere und eingehendere Beobachtung der das Föhnphänomen begleitenden charakteristischen Erscheinungen und ein sorgfältigeres vergleichendes Studium ihres Causalnexus sich angelegen sein liess. Man war nunmehr zu der Einsicht gelangt, dass es nicht mehr genüge zu sagen: der Föhn ist ein trocken-warmer Wind, der wahrscheinlich aus der Sahara kommt, und diese Conjectur durch fragmentarische Beobachtungen und plausible Inductionen zu stützen, man hatte sich jetzt von der Nothwendigkeit überzeugt, dass die barometrischen, thermometrischen und hydrometeorischen Phänomene, von denen der Föhn begleitet zu sein pflegt, an zahlreicheren Orten zu beobachten und mit anderen gleichzeitigen atmosphärischen Erscheinungen genauer zu vergleichen seien, als dies bisher der Fall gewesen war.

Es that dies in ganz ausserordentlich sorgfältiger und eingehender Weise Dufour in Lausanne, der den Föhn vom 23. September 1866 und die ihn begleitenden meteorologischen Erscheinungen genauer untersuchte und die hiebei gewonnenen Resultate in einer Monographie ¹⁾ niederlegte, die zwar eine bestimmte Theorie über Ursprung und Wesen des Föhns nicht aufstellt, dagegen eine Menge des werthvollsten Beobachtungsmaterials enthält und mit zu dem Besten und Zuverlässigsten gehört, was bis jetzt über den Föhn geschrieben wurde. Auch Coaz ²⁾, Blotnitzki ³⁾, Deicke ⁴⁾ Denzler ⁵⁾, Mousson ⁶⁾ und andere schweizerische Forscher beschäftigten sich eingehender mit unserem Phänomen und legten die Ergebnisse ihrer Untersuchungen theils in periodischen Zeit-

¹⁾ Dufour, recherches sur le Föhn du 23 Septembre 1866 en Suisse; Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles vol. IX. no. 58. Lausanne 1868.

²⁾ Coaz, der Föhn; Vortrag, gehalten den 17. April 1867 in der naturf. Gesellsch. Graubündens; Extr.

³⁾ Blotnitzki, Bericht über den Föhn und dessen Einfluss auf die Wasserverheerungen an das eidgenössische Departement des Innern und des Bauwesens. Bern 1869.

⁴⁾ Deicke, über die Verheerungen orkanartiger Föhnstürme mit besonderer Beziehung auf die Umgebungen von Appenzell u. St. Gallen; Extr.

⁵⁾ Denzler, über die Erscheinungszeiten und die Erkennung des Föhns in der Schweiz; Mittheilungen der naturf. Gesellsch. in Zürich Heft II, No. 15, September 1847. Zürich 1848.

⁶⁾ Mousson, die Gletscher der Jetztzeit. Zürich 1854.

schriften, theils in speciellen Monographien nieder, die auch im vorliegenden Versuch noch weiter zu berücksichtigen sein werden. Von den deutschen Meteorologen beschäftigte sich ausser Dove ganz besonders Mühry in Göttingen viel mit der Föhnfrage, indem er sich dabei Doves Theorien im Wesentlichen anschloss und seine Ansicht dahin zusammenfasste: „Der Föhn ist ein Windfall, eine in einem stürmischen Antipolarströme localisirte Erscheinung an der Leeseite eines Gebirges, wodurch eine Erhöhung der Temperatur und eine starke, ja excessive Erniedrigung der Saturation auf kurze Zeit und nur räumlich beschränkt — vielleicht nur im Windschatten — bewirkt werden ¹⁾“.

Mit den deutschen nahmen auch die österreichischen Meteorologen das regste Interesse an der Föhnfrage und discutirten sie auf das Lebhafteste. Unter ihnen ist es in erster Linie Hann in Wien, der den Föhn und den mit ihm irrthümlich confundirten Scirocco wiederholt zum Gegenstand scharfsinniger Untersuchungen gemacht und das Föhnproblem seiner endgiltigen Lösung ein gut Stück näher gebracht hat. Will gleich der genannte Forscher nicht, wie Dove es thut, die local auftretende grosse relative Trockenheit des Föhns in Zweifel ziehen, so bestreitet doch auch er sehr entschieden den saharischen Ursprung dieses Windes. Mit Dove, Mühry und anderen hält auch er an der oceanischen Abstammung desselben fest, indem er, wie jene, den Föhn als eine rein locale Modification feuchter Südwinde auffasst, und sucht zu beweisen, wie gerade ein oceanischer Luftstrom, der mit reichlicher Feuchtigkeit beladen an der Südseite der Alpen anlangt, auf Grund allgemein anerkannter physikalischer Gesetze, nachdem er dieser Feuchtigkeit sich entledigt und die Kämme der Alpen überschritten hat, durch sein Niedersinken an der Nordseite dieses Gebirges eben nur als ein warmer relativ trockener Wind auftreten könne; auch macht er mit vollem Recht geltend, dass selbst eine plötzliche Wiederbedeckung der Sahara mit Wasser nicht im Stande sei, in Centraleuropa eine so starke Erniedrigung der Jahrestemperatur hervorzubringen, wie sie die schweizerischen Geologen zur Erklärung ihrer Eiszeit und ihrer erratischen Phänomene bedürfen.

¹⁾ Mühry, Untersuchungen über die Theorie und das allgemeine geographische System der Winde. Göttingen 1869, p. 180.

Seine neuesten etwas modificirten Ansichten über den Föhn hat Hann theils in der *Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, theils in den *Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften* zu Wien niedergelegt und dieselben in seinem *Handbuch der Klimatologie* abschliessend dahin zusammengefasst, dass der Föhn ein relativ trockener, meist aus Süd oder Südost, seltener aus Südwest wehender, vom Kamm der Alpen mit grosser Heftigkeit herabstürzender Fallwind ist, der durch diese seine Bewegung aus der Höhe nach der Tiefe seine Wärme vermehrt und seine Feuchtigkeit in demselben Masse vermindert. Nach Hanns neuester Auffassung ist auch der Föhn durchaus nicht blos als Modification eines allgemeinen, von Süden herkommenden und die Alpen überwehenden Luftstromes anzusehen; es ist vielmehr die erregende Ursache desselben weit häufiger im Nordwesten oder Norden als im Süden der Alpen zu suchen. Wenn auf der Linie zwischen der Bai von Biscaya und Irland ein Barometerminimum sich befindet, so strömt die Luft über dem Alpenvorland als Südost, oder Südwind nach der Gegend des niedrigsten Luftdrucks hin und auch aus den Alpenthälern wird die Luft nach dieser Stelle hin gleichsam hinausgesaugt. Da der hohe Bergwall der Alpen einen sofortigen Ausgleich durch unmittelbares Zufließen von Luft aus dem Süden her verhindert, so wird dieser Ausgleich bewirkt durch Herabströmen von Luft aus der Höhe, die sich am Nordhang des Gebirges mit grosser Heftigkeit nach der Tiefe stürzt. So entstehen jene orkanartigen Föhnstürme, deren örtliche und zeitliche Unregelmässigkeiten durch die verwickelte Gestalt des Bodens, über den sie hinwehen, zu erklären sind. Wenn ein solches oben als erregende Ursache des Föhns bezeichnetes Luftdruckminimum anstatt im Norden oder Nordwesten im Süden oder Südosten der Alpen über dem Mittelmeere oder den es umgrenzenden Ländern liegt, so haben die Südthäler der Alpen Luftströmungen, die schon von Wild als Nordföhn bezeichnet wurden, die aber im Allgemeinen viel seltener, weit schwächer entwickelt und in ihren meteorologischen Eigenthümlichkeiten weniger deutlich charakterisirt auftreten als die echten Föhnwinde der Nordalpen, was Hann darauf zurückführt, dass auch die Barometerminima des Mittelmeeres sowohl an Stärke wie an Häufigkeit denen des atlantischen Oceans weit nachstehen.

Dieser von Hann aufgestellten Föhntheorie, die als die einfachste und natürlichste Erklärungsweise von der modernen Meteorologie acceptirt worden ist, trat in neuester Zeit aus der Reihe der französischen Meteorologen, die sich bisher dem Föhnproblem gegenüber ziemlich passiv verhalten hatten, Hébert in einer Studie über die grossen atmosphärischen Bewegungen sehr entschieden entgegen. Die Annahme einer saharischen Herkunft des Föhns als eine durch die Thatsachen widerlegte und längst abgethane Hypothese verwerfend, schliesst er sich insoweit Hanns Föhntheorie an, als er zugiebt, dass feuchte Luft, welche gezwungen ist an der einen Seite eines Gebirges emporzusteigen, beim Herabsinken an der entgegengesetzten Seite desselben sich erwärmen und dabei trockener werden muss, tritt ihr aber insofern entgegen, als er in ihr ein ausreichendes Motiv für das Herabsinken der Luft nicht finden kann. Hébert ¹⁾ ist der Meinung, es widerspreche dem Beharrungsvermögen, dass ein Luftstrom, der einmal eine aufsteigende Bewegung angenommen hat, oben auf dem Kamm des Gebirges angelangt spontan eine andere Richtung einschlägt als die der Tangente zum letzten Theil der von ihm durchlaufenen Bahn, und wendet sich daher in diesem Punkte der Ansicht Fays ²⁾ zu, der, Hanns Theorie verwerfend, annimmt, dass sich beim Anprall der grossen Cyklone an den hohen Gebirgsmauern partielle Luftwirbel bilden, in welchen die Luft abwärts steigt und so die bekannten Eigenschaften des Föhns annimmt.

Dieser Wirbeltheorie der beiden genannten französischen Meteorologen widerspricht nun wiederum Billwiller ³⁾ in seiner Kritik der oben erwähnten Studie von Hébert, indem er die Existenz jener localen, an den Gebirgskämmen entstandenen Luftwirbel für durchaus problematisch erklärt. Während Hébert ihr Vorhandensein dadurch zu beweisen sucht, dass beim Auftreten des Scirocco in den Pyrenäen, im Golf von Biscaya, oder in einem

¹⁾ Hébert, étude sur les grands mouvements de l'atmosphère et sur le Foehn et le Sirocco pendant l'hiver 1876—1877; Atlas météorologique de France. Tome VIII.

²⁾ Faye, défense de la loi des tempêtes; Annuaire pour l'an 1875 publié par le bureau des longitudes. Paris.

Zeitschrift der österr. Ges. f. Met. XIII, p. 319.

³⁾ ibid.

der benachbarten Gebiete stets ein barometrisches Minimum nachweisbar sei, behauptet Billwiller, ein solches barometrisches Minimum sei zwar vorhanden, aber keineswegs localer Natur, sondern komme in den meisten Fällen bereits vollkommen ausgebildet vom Ocean her, nicht aber von den Höhen der Pyrenäen. Die Behauptung Héberts, dass in ganz ähnlicher Weise beim Auftreten des Föhns in der Schweiz eine deutlich ausgesprochene locale Barometerdepression in der Region zu finden sei, wo der Föhn am intensivsten auftritt, stellt Billwiller durchaus in Abrede und räumt nur ein, dass beim Föhn die nördlich von den Alpen gelegenen Stationen einen tieferen Barometerstand zeigen als die südlichen — eine Erscheinung, die er dadurch erklärt, dass die Alpen eine trennende Scheidewand bilden, welche eine Ausgleichung der Dichtigkeit der unteren Luftschichten verhindert. Die von Hébert als geheimnissvoll bezeichnete Kraft, welche die herabsteigende Bewegung der Luft veranlasst, ist nach Billwiller nichts anderes als die Aspiration eines in grösserer oder geringerer Entfernung vorüberziehenden barometrischen Minimums, welche zunächst in den unteren Luftschichten Statt findet und die Luft aus den Thälern heraussaugt. Durch die Verdünnung derselben wird das Gleichgewicht gestört; in Folge dessen strömt durch die Passlücken und Einsattelungen der Alpenkämme von der anderen Seite des Gebirgswalles so lange Luft in den aufgelockerten Raum der diesseitigen Thäler, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Diese Bewegung ist jedoch keineswegs eine wirbelförmige, sondern vollzieht sich in derselben Weise wie die eines thalabwärts fliessenden Wassers, das heisst, die Strömung folgt der Richtung der Thäler und breitet sich an den unteren Ausgängen derselben nach allen Dimensionen hin aus, soweit die Bodenconfiguration dies gestattet.

Aus dieser gedrängten Uebersicht über die Geschichte der Entstehung und Entwicklung der Föhnfrage ergibt sich also, dass dieselbe zur Zeit durchaus noch nicht als eine vollkommen und allseitig gelöste anzusehen ist, dass der Streit der Meinungen und Parteien, den sie hervorrief, noch bis zur Stunde nicht geschlichtet ist, dass vielmehr die Ansichten der Forscher über diesen merkwürdigen Wind in vielen Punkten noch immer sehr weit aus einander gehen. Haben auch die ebenso gründlichen als geist-

vollen Untersuchungen eines Desor, Dove, Dufour, Hann, Köppen, Mousson, Mühry, Wild und anderer Meteorologen schon recht erfreuliches Licht in das Dunkel dieser räthselvollen Erscheinung gebracht, die vagen und phantastischen Hypothesen, die so lange über dieselbe in Umlauf waren, beseitigt und durch klarere, einfachere und naturgemässere Theorieen ersetzt, so wird doch nicht in Abrede gestellt werden können, dass der überaus verwickelte Erscheinungscomplex dieses Naturphänomens gar mancherlei aufweist, das noch der Lösung harrt. Die überaus verwickelten Luftdruck-, Wärme-, und Feuchtigkeiterscheinungen, von denen dieser merkwürdige Wind begleitet ist, werden durch die bisher über ihn aufgestellten Theorieen, so zahlreich dieselben auch sein mögen, keineswegs weder in ihrer Einzelercheinung noch in ihrem wechselseitigen ursächlichen Zusammenhange nach allen Richtungen hin in vollkommen befriedigender Weise erklärt. So einleuchtend und annehmbar z. B. Hanns Theorie auch erscheinen mag, dass der Föhn lediglich durch sein Herabsinken aus der Höhe nach der Tiefe die hohe Wärme gewinnt, mit der er an der Nordseite der Alpen auftritt, so muss sie doch bei näherer Prüfung mit Recht Bedenken erregen. Reichte das blosse Herabsinken eines Luftstromes am Abhang eines Gebirges schon aus, die Temperatur desselben so bedeutend zu erhöhen, wie dies nach Hann beim Föhn der Fall sein soll, so müsste nothwendigerweise jeder Luftstrom, der ein hohes Gebirge überweht, auf der Leeseite dieses Gebirges wärmer sein, als er auf der Luvseite desselben war. Dies lässt sich aber keineswegs von allen Gebirgswinden nachweisen. Es ist im Gegentheil eine allgemein bekannte Thatsache, dass sowohl der Mistral, der sich von dem centralfranzösischen Hochlande mit furchtbarer Vehemenz über die Abhänge der Cevennen in die Niederungen der Provence und des Languedoc hinabwirft, wie auch die Bora, die von den Ostalpen herabkommend die kahlen Hochebenen des Karst durchrast und bis zu den Küsten des adriatischen Meeres niedersteigt, ausserordentlich rauh und kalt sind.

Wenn ferner Wettstein ¹⁾ und mit ihm andere neuere Me-

¹⁾ Wettstein, die Strömungen des Festen, Flüssigen und Gasförmigen und ihre Bedeutung für Geologie, Astronomie, Klimatologie u. Meteorologie. Zürich 1880.

teorologen den Föhn lediglich durch Aspiration erklären wollen, welche von einem im Nordwesten der Alpen über dem Canal oder Irland entstandenen Luftdruckminimum erzeugt wird, so drängt sich sofort die sehr nahe liegende Frage auf: warum folgt gerade nur von den Alpen her die Luft dem Appell jenes im Nordwesten befindlichen Depressionscentrums? — Da ein solches Depressionscentrum nicht nur nach einer, sondern nach allen Richtungen der Windrose aspirirend auf die umgebenden Luftmassen wirken muss, so dürfte man mit vollem Recht erwarten, dass auch von den Gebirgen der skandinavischen Halbinsel, des schottischen Hochlandes und der Pyrenäen, die jenem über dem Canal oder Irland befindlichen Depressionscentrum durchaus nicht ferner, sondern sämtlich um ein Bedeutendes näher liegen als die Alpen, ähnliche intensive Luftströme in die benachbarten Niederungen herabstürzen müssten wie der Föhn von den Kämmen der Alpen. Derartige Luftströme aber, die mit Föhnperioden in den Alpen zeitlich zusammenfielen, sind bisher in den genannten Berggebieten nicht nachzuweisen gewesen — eine Thatsache, die wohl verdiente, von Beobachtern und Theoretikern mehr gewürdigt zu werden, als dies bisher geschehen ist.

Wird nicht überhaupt — so fragt man mit Recht im Anschluss an die eben erörterte Aspirationstheorie — die aspirirende Kraft eines Fluidums, wie die Luft es ist, allzusehr überschätzt, wenn ihr Wirkungen zugeschrieben werden, die sich nicht nur auf Hunderte, sondern auf Tausende von Kilometern erstrecken sollen? —

Wie ist es weiter zu erklären, dass der Föhn gerade in den Thälern der schweizerischen Centralalpen räumlich so sehr verbreitet und zeitlich so häufig ist, während er in den österreichischen Ostalpen viel vereinzelter und seltener auftritt? Diese und eine ganze Reihe anderer Fragen, die sich hier noch aufwerfen liessen, sind bis zur Stunde unbeantwortet geblieben und finden auch in den bisher über den Föhn veröffentlichten Schriften durchaus keine allseitig befriedigende Lösung.

Zwar könnte es nun im Hinblick auf diese ungemein reiche Literatur, welche die Föhnfrage erzeugt hat, ebenso überflüssig erscheinen, als wollte man Eulen nach Athen tragen, wenn man es wagt, die lange Reihe jener zahlreichen Schriften um ein neues Product zu vermehren. Da jedoch von diesen Schriften keine das

Föhnproblem in allseitig vollkommen befriedigender Weise löst, so dürfte es nicht ganz ungerechtfertigt erscheinen, wenn der vorliegende Versuch es unternimmt, das wissenschaftlich so hoch interessante und praktisch so eminent bedeutsame Föhnphänomen zum Gegenstand einer eingehenden Untersuchung zu machen, welche von der Aufstellung gewagter Hypothesen und unfertiger Theorien sich möglichst fern halten, dagegen desto mehr thatsächliches auf vielseitige Beobachtungen sich stützendes Material beibringen will, das vielleicht später einmal, wenn die Zeit gekommen sein wird, wo die Acten über die vorläufig noch offene Frage geschlossen werden können, den einen oder den anderen brauchbaren Baustein liefern mag für die sichere Begründung einer allseitig stichhaltigen Föhntheorie.

Es wird diese Untersuchung nach folgendem Plane verfahren, der an dieser Stelle nur in allgemeinen Umrissen entworfen und nach den leitenden Hauptgesichtspunkten angedeutet werden soll, in seiner inneren Gliederung und Detaildurchführung aber aus dem beigegebenen Inhaltsverzeichniss genau erkannt werden kann.

Ein *erster rein topographischer Theil* behandelt die örtliche Vertheilung des Föhnphänomens über das gesammte Berggebiet der Alpen, indem dabei von dem Gebiet der Westalpen, in welchem von Föhnerscheinungen bisher nichts bekannt worden ist, ein föhnreiches Gebiet der Centralalpen und ein föhnarmes der Ostalpen unterschieden und im Anschluss hieran ein Verzeichniss derjenigen meteorologischen Stationen gegeben wird, die man die Föhnstationen par excellence zu nennen pflegt, weil gerade auf ihnen dieser Wind von Zeit zu Zeit beobachtet wird.

Ein *zweiter chronographischer Theil* weist die zeitliche Vertheilung des Föhns über die verschiedenen Zeiten des Jahres nach, wobei sich ergibt, dass föhnreiche von föhnarmen Zeiten zu unterscheiden sind, je nachdem in ihnen mehr oder weniger Föhnperioden zu verzeichnen waren.

Der *dritte* und inhaltlich wichtigste, in Folge dessen auch umfangreichste dieser drei Theile beschäftigt sich lediglich mit der so überaus merkwürdigen *Phänomenologie* des Föhns, das heisst, mit allen denjenigen atmosphärischen Erscheinungen, welche diesen Wind speciell charakterisiren und ihn von andern Luftströmungen unterscheiden.

Nachdem hiermit die Aufgabe, welche der vorliegende Versuch sich gestellt hat, erledigt ist, sollen in einem Anhang noch einige dem Alpenföhn analoge Windphänomene, wie sie in anderen nichtalpinen Berggebieten Europas und der aussereuropäischen Erdtheile beobachtet wurden, einer kurzen Betrachtung unterzogen werden.

Erster Theil.

Topographie.

Untersuchen wir zunächst die topographische Vertheilung des Phänomens, das in der deutschen Schweiz unter dem Namen Föhn bekannt ist, über das Gesamtgebiet der Alpen, so muss in erster Linie der schon in der Einleitung berührte Umstand frappiren, der bisher noch nirgends die verdiente Beachtung fand, dass in dem ganzen Gebiet der Westalpen vom Mittelmeer bis zum Montblancmassiv ein Windphänomen, das die charakteristischen Merkmale des Föhns an sich trüge, gänzlich zu fehlen scheint. Wollte man auch die meridionale Richtung der Hauptaxe dieses Gebirgszuges als Erklärungsgrund für das Fehlen dieses Windes anführen, so liesse sich dem gegenüber doch geltend machen, dass von dem meridional verlaufenden Hauptkamm dieses Gebirgszuges eine Menge bedeutender Lateralketten sowohl in östlicher Richtung gegen die Niederungen des lombardischen Tieflandes wie auch westwärts gegen das Thalgebiet des Rhonestromes sich abzweigen, welche fast ausnahmslos mit dem Hauptkamm der Central- und Ostalpen parallel laufen und demgemäss auch von allen aus Südwest, Süd und Südost kommenden Luftströmungen unter denselben Winkeln getroffen und überweht werden müssen, wie jene Hauptkämme der Central- und Ostalpen.

Sei es nun, dass föhnartige Windphänomene in den Westalpen wirklich nicht vorkommen, oder sei es, dass sich dieselben bisher nur der Beobachtung der Forscher entzogen, die allerdings bei ihren wissenschaftlichen Untersuchungen die schweizerischen Centralalpen und nächst diesen die österreichischen Ostalpen unverkennbar bevorzugten, die französisch-italienischen Westalpen dagegen auffallend vernachlässigten — soviel steht jedenfalls fest,

dass Beobachtungen über föhnartige Winde in den Westalpen bis zur Stunde nicht gemacht wurden, sondern dass das Gebiet dieser merkwürdigen Luftströmungen erst ostwärts vom Montblancmassiv seinen Anfang nimmt.¹⁾

Auch ist die locale Vertheilung des Föhns innerhalb des von ihm beherrschten Berggebiets der Alpen keineswegs eine gleichmässige. Es wird sich vielmehr aus den hier vorzunehmenden topographischen Untersuchungen und der Detailbeschreibung der die Alpen überwehenden Föhnströme ergeben, dass diese Ströme in dem vom Montblancmassiv im Westen und der Berninagruppe im Osten begrenzten Berggebiet der schweizerischen Alpen weitaus am zahlreichsten und dichtesten gedrängt nebeneinander liegen, dass sie dagegen ostwärts vom Berninastock im ganzen Gebiet der österreichischen Alpen viel sporadischer auftreten als in den Thälern der Schweiz und stetig abnehmen, je weiter die Gebirgsketten nach Osten sich verzweigen, je mehr sie sich gleichzeitig aus einander ziehen und je niedriger sie dabei werden, um schliesslich mit ihren letzten Ausläufern gänzlich zu verschwinden.

Hieraus ergiebt sich also, dass das Gesamtareal der europäischen Alpen hinsichtlich der räumlichen Vertheilung des Föhnphänomens über dasselbe in drei grosse Hauptgebiete zerfällt, die topographisch sehr scharf von einander geschieden sind, nämlich:

1. in das zwischen Mittelmeer und Montblancmassiv liegende Gebiet der französisch-italienischen Westalpen, in welchem Föhnerscheinungen bisher nicht beobachtet wurden und das daher hier ganz ausser Betracht kommt;

2. in das vom Montblancmassiv im Westen und von der Berninagruppe im Osten flankirte *föhnreiche* Thallabyrinth der schweizerischen Centralalpen, das in den vorliegenden Untersuchungen ganz besonders zu berücksichtigen sein wird; und endlich:

¹⁾ Dass auch im Gebiet der Westalpen föhnartige Fallwinde vorkommen, ist wohl kaum zu bezweifeln. Vergl. hierüber Fournet, des brises de jour et de nuit de montagnes; météorologie du bassin du Rhône, Tome III & Annales de chim. et de phys., Tome LXXIV, übers. in Poggenдорff's Annalen der Physik und Chemie, Ergänzungsband I, 1842. Zeitschrift der österr. Ges. f. Met., XIV, p. 444.

3. in den von der Berninagruppe bis zu den letzten Ausläufern des Wienerwaldes sich erstreckenden *föhnarmen* Bergdistrict der österreichischen Ostalpen, der zwar weniger bedeutungsvoll als das Centralalpengebiet ist, aber doch nicht ganz unbeachtet bleiben darf.

Innerhalb dieser Föhngebiete lassen sich bestimmte Föhnströme verfolgen, die in constanter Wiederkehr immer dieselben Wege einschlagen, indem sie, die Felskämme und Hochjoche der Alpen überwehend, oder durch die Passlücken, Depressionen und Einsattelungen sich hindurchzwängend, in die nordwärts verlaufenden Thäler sich hinabstürzen und durch diese als natürliche Luftcanäle fungirenden Rinnen in ganz ähnlicher Weise aus der Höhe nach der Tiefe gelangen, wie die Gewässer der Gebirgsbäche, Flüsse und Ströme, welche durch diese Thalrinnen ihre Wege zum Ocean nehmen. In diesen von den grossen Föhnströmen durchzogenen Thalrinnen und Bergdistricten liegen nun eine Anzahl von Orten, die zum Theil meteorologische Stationen sind und, weil dieselben für Beobachtung unseres Windes besonders wichtig sind, Föhnstationen *καὶ ἐξοχήν* genannt zu werden pflegen.

Das Gebiet der französisch-italienischen Westalpen, in welchem, wie schon oben bemerkt wurde, ein föhnartiger Wind bisher nicht beobachtet wurde, kommt für die vorliegende Untersuchung nicht in Betracht. Dieselbe wendet sich daher sofort dem föhnreichen Gebiet der schweizerischen Centralalpen zu.

Zu diesem Gebiet gehört zunächst der ganze Canton Uri in seiner vollen Ausdehnung von der Südgrenze auf den schneebedeckten Scheiteln des Gotthardmassivs bis zur Nordgrenze an den Ufern des Vierwaldstättersees, sowie der von der Engelbergeraä durchflossene Theil des Cantons Unterwalden, der sich vom Kloster Engelberg am Nordfusse des Titlisstocks bis in die Gegend von Stans und Buochs an den Ufern des eben genannten Sees erstreckt; sodann der ganze gebirgige Theil des Cantons Glarus, namentlich das Thal der Linth mit den ihm tributären Wasserläufen von seinem Ursprunge an den Abhängen des Tödi-massivs bis zu seinem Austritt aus den Bergen am Westende des Walensees; endlich auch Theile Graubündens und des angrenzenden österreichischen Vorarlbergs, nämlich der untere Theil des

bündener Vorderrheinthals und seine Fortsetzung bis in die Gegend von Altstätten und zum Becken des Bodensees, sowie die dem Rheingebiet tributären Thäler der das Prättigau durchströmenden Landquart und der das Montavon bewässernden Ill, von denen das letztere zwar politisch schon zum Gebiet der österreichischen Ostalpen gehört, aber hinsichtlich der Häufigkeit und Intensität des in ihm herrschenden Föhns wie auch in orographischer und hydrographischer Beziehung entschieden dem föhnreichen Gebiet der Centralalpen zuzuzählen ist.

Von dem eben beschriebenen föhnreichen Centralalpengebiet ist ein Berggebiet zu unterscheiden, in welchem der Föhn im Allgemeinen weniger häufig, in der Regel auch weniger intensiv und in den ihn begleitenden Erscheinungen weniger deutlich charakterisirt auftritt. Es gehören hierher, wenn wir mit dem Westen beginnen und nach Osten fortschreiten, zunächst ein Theil des unteren und oberen Rhonethales, sowie einige seiner südlichen Seitenthäler, die von dem Hauptkamm der Penninen herabsteigend ihre Wasser ihm zuführen; ferner der gebirgige Theil des Waadtlandes, sowie einige Hochgebirgsdistricte des Cantons Bern, namentlich die von der grossen Grenzkette gegen Norden zu absinkenden Thäler der Saane, Simme und Kander, die vom Finsteraarhornmassiv niederziehenden Thäler der beiden Lütshinen, ganz besonders aber das von der Grimsel herabkommende Thal der Aare, in welchem der Föhn sehr oft bis Meiringen, nicht selten sogar bis Brienz und Interlaken hinausdringt. In der centralen und östlichen Schweiz sind zu unserem Gebiet zu rechnen einige Districte der Cantone Unterwalden, Luzern, Schwyz, Zug und Zürich, sowie Theile von Thurgau, St. Gallen und Appenzell. Bisweilen, wenn auch seltener, wird in dem vom Inn durchflossenen Hochthal des Engadin ein Wind wahrgenommen, der die charakteristischen Eigenthümlichkeiten des Föhns an sich trägt. Noch seltener als in allen diesen auf der Nordseite des grossen Hauptkamms der Centralalpen gelegenen Bergdistricten werden auf der Südseite desselben föhnartige Winde beobachtet, wie dies z. B. in den Thälern der Tosa und des Tessin, im Bergell und Puschlaw der Fall ist. Mit der wachsenden Entfernung von den Hauptkämmen der Alpen an Intensität der Bewegung stetig abnehmend und von den ihn charakterisirenden Eigenschaften immer

mehr einbüssend, wird der Föhn im grösseren Theil der schweizerischen Hochebene, im Jura und jenseits der Nordgrenze der Schweiz bis in die Gegend von Schopfloch und Freudenstadt wohl noch in seinen Wirkungen auf Temperatur und Feuchtigkeit der Luft, aber wenig oder gar nicht mehr als bewegende Kraft wahrgenommen. Nur in äusserst seltenen Ausnahmefällen dehnt er sein Herrschaftsgebiet bis über die Nordgrenzen der Schweiz weit nach Deutschland hinein aus. Dies geschah z. B. am 18. Juli 1841. Mit einer Wuth, wie er sie seit Menschengedenken nicht mehr gezeigt hatte, durchraste er an diesem Tage nicht nur das hügelige Vorland der Schweiz, sondern drang sogar bis tief nach Schwaben und Thüringen ein. Bei Frankfurt und Hanau entwurzelte er eine Menge von Bäumen in Gärten, Alleen und Wäldern, schüttelte weit und breit alles Obst von den Bäumen und warf beim Bade Liebenstein im Herzogthum Meiningen die bekannte Luthereiche um.

Ausser in den Thälern der vorarlbergischen Alpen, von welchen wir das von der Ill durchströmte Montavon wegen der Häufigkeit des hier herrschenden Föhns noch in das föhnreiche Centralalpengebiet mit einbeziehen mussten, wird im föhnarmen Gebiet der österreichischen Ostalpen ein warmer, deutlich ausgesprochenen Föhncharakter an sich tragender Wind auch im tirolischen Oberinnthale in der Gegend von Innsbruck häufig wahrgenommen und hier kurzweg als *warmer Wind* bezeichnet. Weiter östlich beobachtet man bisweilen einen ähnlichen Wind in den Thälern der salzburger Alpen, der seine Herrschaft etwa bis in die Gegend des Chiemsees, in seltenen Fällen wohl auch noch weiter nordwärts geltend macht. Auf der Südseite der Ostalpen tritt namentlich im Herbst in den zum Stromsystem der Etsch und der Drau gehörigen Bergthälern von Zeit zu Zeit ein föhnartiger Wind auf, der in Kärnthen unter dem Namen *Jauck* bekannt ist und als eine der Hauptursachen angesehen wird, welche die hier so häufig wiederkehrenden Hochwasser und verheerenden Ueberschwemmungen erzeugen.

Die im Vorstehenden charakterisirten Föhngebiete werden nun von verschiedenen ziemlich scharf gegen einander abgegrenzten Föhnströmen ¹⁾ durchzogen, die, im Allgemeinen in süd-nördlicher

¹⁾ Blotnitzki, l. c. p. 26.

Richtung verlaufend, von den Gipfeln und Kämmen der hohen Centralmassivs in die nordwärts absinkenden Thäler sich niederstürzen, diese in raschem Laufe durchheilen und sich endlich am Ausgange derselben über dem schweizerischen Hügellande und den angrenzenden Gebieten mit dem grossen Luftocean vermischen, gleich wie die Ströme fliessenden Wassers, die von den beschneiten Zinnen der Hochalpen herabkommen, im weiten Weltmeer sich verlieren.

Der erste dieser Ströme, der uns begegnet, wenn wir wiederum im Westen beginnen und ostwärts fortschreiten wollen, weht aus dem Chamonixthal herauf, überschreitet den Col de Balme, durchzieht das Trientthal und passirt hierauf den Col de Forclaz, um sich bei Martigny ins Rhonethal hinabzustürzen und dann diesem folgend sich nach Bex hinauszuwenden.

Ein zweiter Strom zieht am Südhang des Montblancmassivs entlang, passirt den Col de Ferret und gelangt, nachdem er die beiden gleichnamigen Thäler durchzogen hat, die zu diesem Pass hinaufführen, nach Orsières im Entremontthal. Hier theilt er sich in zwei Arme. Der eine dieser beiden Arme wendet sich westlich vom Mont Catogne ins Rhonethal, der andere gelangt östlich von diesem Bergstock nach Sembrancher. Zwischen dem Col de Ferret und dem grossen St. Bernhard zieht sich ein Bergkamm hin, dessen Name *les vents aigoz* schon darauf hindeutet, wie oft der Wind hier tobt. In der That dringt auch hier ein breiter Doppelstrom von Süden her aus dem Aostathale herauf. Der westliche Arm dieses Doppelstroms überschreitet die Passhöhe des grossen St. Bernhard und durchzieht das Entremontthal; der östliche steigt das Ollomontthal hinauf, überschreitet den Col de Fenêtre und senkt sich dann ins Bagnethal hinab, das er seiner ganzen Länge nach durchzieht, um sich bei Sembrancher wieder mit dem westlichen Arm zu vereinigen und mit diesem gemeinschaftlich ins Rhonethal hinabzugelangen.

Vom Grand Combin bis zum Matterhorn zieht sich eine Bergkette hin, die in Folge ihrer bedeutenden Kamm- und Gipfelhöhe und des fast gänzlichen Fehlens tieferer Pässeinsattelungen und Depressionen für das ganze centralwallisische Rhonethal von Martigny bis nach Vispach hinauf eine Schutzmauer bildet, die für den Föhn um so unübersteiglicher ist, als ihr nach dieser

Richtung hin noch die gewaltigen Bergmassen der grajischen und cottiſchen Alpen vorgelagert ſind. Dieſem Umſtande iſt es wohl auch hauptſächlich zuzuſchreiben, daſſ auf der ganzen Linie zwiſchen den beiden oben bezeichneten Orten ſowohl im Hauptthal ſelbſt wie auch in den vom Kamm der Penninen in nördlicher Richtung herabſteigenden Centralthälern der Föhn ſelten oder nie wahrgenommen wird und in ſeinen ihn anderwärts charakterisirenden Erſcheinungen gänzlich unbekannt iſt.

Anders verhält es ſich in dieſer Beziehung mit dem Monteroſamassiſ. Trotz der bedeutenden Erhebung ſeiner Maſſen iſt daſſelbe doch nicht im Stande, die von ihm nordwärts ſich abſenkenden Viſperthäler gänzlich vor dem Föhn zu ſchützen. Es dringt vielmehr ein gewaltiger Strom dieſes Windes aus dem nahezu rechten Winkel, den die Weſtalpen mit den Centralalpen in der Gegend von Ivrea bilden, in daſ hier ſich öffnende Thal der Dora Baltea ein und wird durch die faſt meridional verlaufenden Querthäler von Tournanche, Challant und Gressoney, die in ſüdlicher Richtung vom Monteroſamassiſ herabſteigen, biſ zum Fuſſ dieſes gewaltigen Bergſtocks emporgeleitet. Der weſtliche Flügel dieſes Stromes ſteigt daſ Val Tournanche herauf, überſchreitet daſ Matterjoch und gelangt ſodann in daſ Nicolaital, welches er ſeiner ganzen Länge nach biſ Viſpach hinaus durchzieht. Der daſ Challantthal emporſteigende Arm dieſes Stromes bricht ſich am Südfuſſ deſ Monteroſa, da er hier eine Paſſdepreſſion nicht findet, die ihn nach Norden hinüberleitete; der öſtliche Flügel dagegen gelangt quer über daſ obere Anzaſcathal und den Monte Moro in daſ Saathal, daſ er jedoch nur in ſeinem oberen Theil biſ in die Gegend von Fee beſtreicht, da ſeine Kraft bereits bedeutend geſchwächt iſt durch die daſ obere Anzaſcathal umgebenden Bergketten, die er paſſiren muſſ, um in daſ Saathal zu gelangen.

Ein anderer Föhnſtrom dringt vom Ortasee her inſ Thal der Toſa ein, durchzieht daſſelbe ſeiner ganzen Länge nach und theilt ſich im oberen Formazzathal in mehrere Arme. Einer dieſer Arme dringt über den Simplon und Albrun inſ obere Rhonethal ein, wirft ſich jenseits deſſelben gegen die Südabhänge deſ Finſteraarhornmaſſivi und gelangt über die Depreſſionen und Paſſeinsattelungen, die die zahlreichen Gipfel und Ketten dieſes ge-

waltigen Bergstocks von einander scheiden, ins Berneroberrland, wo er namentlich im Grindelwald, bisweilen auch im Lauterbrunnerthale sehr deutlich sich fühlbar macht. Ein zweiter Arm dieses grossen Stromes gelangt über den Griespass ins Oberwallis, wendet sich hier gegen den Rhonegletscher hinauf, passirt sodann die Grimsel und steigt von da das Thal der Aare hinunter bis in die Gegend von Innertkirchen und Meiringen. Hier theilt er sich abermals in zwei Arme; der eine dringt zuweilen hinab bis ins Becken des Brienzersees, bisweilen aber übersteigt er auch die niedere Passeinsattelung des Brünig und durchzieht das Thal von Lungern und Sarnen noch als schwacher Luftstrom, der von den Bewohnern desselben der *Hasliföhn* genannt wird, weil er aus dem Haslithale zu ihnen herüberkommt. Der andere Arm wendet sich vor dem Querriegel des Kirchets ins Gadmen- und Nessenthal hinein, überschreitet den Jochpass am Westfuss des Titlisstocks und gelangt durch das Thal der Engelbergeraas bis zum Vierwaldstättersee und zum Rigi hinaus. Ein dritter Arm jenes grossen das Tosathal durchziehenden Hauptstroms setzt seinen Weg bis an das obere Ende des Val Formazza fort, wirft sich von da über den San Giacomopass ins Bedrettothal hinunter und trifft auf einen andern das Tessinthal heraufkommenden Südstrom, mit welchem vereint er die Passhöhe des St. Gotthard überschreitet, um sich dann mit grosser Vehemenz in das Reussenthal hinabzustürzen, das er seiner Länge nach durchbraust, um sich erst nordwärts vom See der Vierwaldstätten im schweizerischen Hügellande zu verlieren.

Ausser dem oben erwähnten Strom des Tessinthales, der, vom Lago Maggiore und Luganersee heraufkommend, die Riviera und Leventina durchzieht, bei Arbedo und Biasca seitliche Ausläufer in die Lateralthäler von Mesocco, Blegno und Calanca entsendet und im oberen Bedretto mit dem San Giacomoast des grossen Formazzastromes sich vereinigt, um mit diesem den Gotthard zu überschreiten, dringt auch vom Comersee her ein Strom ins Val di San Giacomo ein, passirt den Splügen und vereinigt sich mit dem vom Bernardin herabkommenden Mesoccoseitenstrom, mit welchem er durch das Schams und Domleschg ins Rheinthal gelangt, das er bis Altstätten und zum Bodensee hinaus durchzieht. Ein bedeutend schwächerer Strom dringt aus dem Bergell über

den Septimer in das Thallabyrinth des bündener Hochbodens, durchzieht das Oberhalbstein und Schanfigg und gelangt bis Churwalden.

Von diesen grossen Hauptföhnströmen, die bisweilen, wenn gleich nicht immer, schon auf der Südseite des Centralkammes der Alpen deutlich entwickelt auftreten und insgesamt diesen Centralkamm passiren müssen, bevor sie in die nordwärts verlaufenden Thäler des diesseitigen Gebirgsabhanges gelangen, sind noch einige Localströme zu unterscheiden, die auf die Nordabhänge der grossen Bergmassivs sich beschränkend oft mit gleicher, nicht selten sogar mit grösserer Intensität auftreten als jene. Ein derartiger Localstrom steigt von dem Massiv der Diablerets in die Ormonthäler hinab und gelangt zuweilen bis in die Gegend von Bulle hinaus. Ein anderer etwas stärkerer Strom durchzieht das Simmen- und Kanderthal, erreicht bei Thun das untere Ende des Thunersees und folgt dem Laufe der Aare bis in die Gegend von Muri und Bern, wo er zuweilen noch ziemlich deutlich wahrgenommen wird. Der heftigste und am häufigsten auftretende dieser auf die Nordseite der Alpen beschränkten Localströme stürzt sich von den Höhen des Tödimassivs in die fast genau meridional verlaufende Querspalte des Linththals hinab und durchzieht dieselbe bis zu ihrem Ausgange bei Wesen am Westende des Walensees. Endlich wirft sich auch von den vergletscherten Höhen der Silvrettagruppe ein mächtiger Doppelföhnstrom in nordwestlicher Richtung herab, von welchem der eine Arm das Prättigau durchzieht, der andere das parallel mit diesem verlaufende Montavon, wo ein kleines secundäres Lateralthal, das in das Gargellenthal einmündet, Val Calda — warmes Thal — genannt wird, weil es ganz besonders häufig von den warmen Luftwellen des von der Silvretta herabstürzenden Föhns durchbraust wird.

Im föhnarmen Gebiet der österreichischen Ostalpen dringt zunächst ein breiter Strom warmer Föhnluft über die Hochjöcher und Passlücken der Oetzthalergruppe in die Querspalten des Kaunser-, Pitz- und Oetzthales ein, welche dieses gewaltige Bergmassiv in fast meridionaler Richtung durchsetzen, eilt mit stetig wachsender Geschwindigkeit durch die engen Rinnen dieser tief eingeschnittenen Thalfurchen herab, prallt am nördlichen Ausgange

derselben an die Südabhänge der grossen Kalkalpenkette, die das Innthal zur Linken begleitet, wird von ihr genöthigt, dem Laufe dieses Thales in nordöstlicher Richtung zu folgen und vereinigt sich schliesslich in der Gegend von Innsbruck mit einem andern warmen Luftstrom, der vom Brenner durch die Querspalte des Wipphales herabkommt. Beide Ströme verleihen, indem sie hier sich vereinigen, dem ganzen Thalkessel von Innsbruck den Charakter einer in klimatischer wie in pflanzengeographischer Beziehung gleich merkwürdigen Oase ¹⁾, die wie ein Eiland mit südlich mildem Klima und transalpinen Vegetationsformen mitten in den weniger begünstigten Ländern des cisalpinen Nordens liegt — eine äusserst beachtenswerthe Wirkung, die bisher noch viel zu wenig gewürdigt worden ist.

Weniger deutlich ausgeprägt und in seiner Continuität verfolgbar als dieser die tiroler Alpen überwehende Föhnstrom ist der Strom, der aus den Thälern des Draugebiets die Kämme der Tauern übersteigt und dem Lauf der Salzach folgend bis in die Gegend von Salzburg hinabdringt, wo er in der bairischen Hochebene sich verliert.

Weiter ostwärts, wo die Alpen sehr rasch an Höhe verlieren und immer mehr in niedere Bergketten sich auflösen, ist ein continuirlicher Föhnstrom nicht mehr wahrnehmbar.

Nachdem so die beiden alpinen Föhngebiete gegen einander abgegrenzt und die sie durchziehenden Föhnströme in ihrem Verlaufe verfolgt worden sind, wendet sich die Betrachtung den innerhalb dieses Gebietes gelegenen meteorologischen Stationen zu, welche in ihren Beobachtungen Föhn zu verzeichnen haben. Da nun bedauerlicher Weise in dem ganzen föhnarmen Gebiet der deutschen Ostalpen bis jetzt ein System von meteorologischen Stationen noch nicht eingerichtet ist, auf welchen nach einem einheitlichen Plane und in continuirlichem Fortgange Witterungsbeobachtungen angestellt würden, wie dies bereits seit Jahren auf den Stationen des schweizerischen Beobachtungsnetzes geschieht,

¹⁾ Kerner, der Föhn im Innthale; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., III. p. 346.

so müssen wir uns leider auf diese letzteren beschränken, wenn gleich nicht unerwähnt bleiben darf, dass sowohl zu Bludenz im Montavon wie auch zu Innsbruck schon sehr dankenswerthe Beobachtungen über den Föhn gemacht wurden, aus welchen sich ergibt, dass Bludenz hinsichtlich der Häufigkeit und Intensität des hier herrschenden Föhns ohne Zweifel zu den Föhnstationen ersten Ranges gerechnet werden muss, während Innsbruck der Gruppe dritten Ranges zuzuweisen sein dürfte ¹⁾. Vergleichen wir nun alle diejenigen Stationen des schweizerischen Netzes, auf welchen Föhn beobachtet wird, in Bezug auf Häufigkeit, Intensität, Dauer und meteorologische Charakterisirung der auf ihnen beobachteten Föhnphänomene, so ergibt sich, dass sie in dieser Beziehung durchaus nicht alle gleichwerthig sind, sondern dass der Föhn auf den einen viel häufiger, heftiger und andauernder aufzutreten pflegt als auf andern, je nach der Höhenlage, Exposition und grösseren oder geringeren Entfernung von der Centralkette der Alpen, in welcher diese verschiedenen Stationen sich befinden. Gemäss dieser Häufigkeit und charakteristischen Entwicklung der ihn begleitenden Erscheinungen, je nach der grösseren oder geringeren Intensität, der längeren oder kürzeren Dauer, die der Föhn auf den verschiedenen Stationen des schweizerischen Beobachtungsnetzes zeigt, theilen wir sämtliche Föhnstationen in drei Gruppen und unterscheiden Föhnstationen ersten, zweiten und dritten Ranges.

¹⁾ In neuester Zeit sind auch in den österreichischen Ostalpen anerkennenswerthe Fortschritte auf dem Gebiete der Meteorologie gemacht worden; namentlich erwirbt sich der deutsche und österreichische Alpenverein dadurch unleugbare Verdienste um diese Wissenschaft, dass er auf bestimmten Stationen der Ostalpen regelmässige Beobachtungen anstellen lässt und diese von Zeit zu Zeit in seinen Mittheilungen veröffentlicht.

I.

Föhnstationen ersten Ranges.

Stationsnamen.	Oestl. Länge in		Nördl. Breite in		Höhe über Meer in m
	h	m	o	'	
Altorf	0	25	46	53	454
Auen	0	27	46	54	821
Chur	0	29	46	51	603
Engelberg . .	0	24	46	49	1024
Glarus	0	27	47	3	488
Klosters . . .	0	30	46	57	1195

II.

Föhnstationen zweiten Ranges.

Stationsnamen.	Oestl. Länge in		Nördl. Breite in		Höhe über Meer in m
	h	m	o	'	
Altstätten . . .	0	29	47	23	474
Andermatt . .	0	25	46	38	1448
Bex	0	19	46	15	437
Brienz	0	23	46	46	586
Churwalden . .	0	29	46	47	1213
St. Gotthard . .	0	25	46	33	2093
Grimsel	0	24	46	34	1874
Marschlins . .	0	29	46	57	545
Rigi	0	25	47	3	1784
Sargans	0	29	47	3	504
Schwyz	0	25	47	1	547
Stans	0	24	46	57	456
Trogen	0	29	47	25	926
Zug	0	25	47	10	429

III.

Föhnstationen dritten Ranges.

Stationsnamen.	Oestl. Länge in		Nördl. Breite in		Höhe über Meer in m
	h	m	o	'	
Beatenberg . .	0	22	46	41	1150
Brusio	0	31	46	15	777
Castasegna . .	0	29	46	20	697
Gliss	0	22	46	17	688
Grächen . . .	0	22	46	12	1632
Martigny . . .	0	19	46	6	498
Muri	0	24	47	16	483
Rathhausen . .	0	24	47	5	440
X Reckingen . .	0	24	46	28	1339
Stalla	0	30	46	28	1780
Vuadens . . .	0	19	46	37	825
Zermatt . . .	0	22	46	8	1613
Zernetz . . .	0	31	46	42	1476
Zürich	0	25	47	23	480

Aus vorstehenden drei Tabellen ergibt sich also, dass das schweizerische Beobachtungsnetz des föhnreichen Centralalpengebiets sechs Föhnstationen ersten Ranges und je vierzehn Stationen zweiten und dritten Ranges aufzuweisen hat. Es muss jedoch ausdrücklich bemerkt werden, dass es ausser den oben genannten wohl noch eine Anzahl anderer Orte giebt, wo dann und wann föhnartige Erscheinungen wahrgenommen werden, dass jedoch diese Phänomene zu wenig ausgeprägt und charakteristisch entwickelt aufzutreten pflegen, als dass sie uns berechtigen könnten, auch diese Orte den eigentlichen Föhnstationen zuzuzählen.

X Reckingen Ob. Wallis.

Zweiter Theil.

Chronographie.

Im vorausgehenden Theil hat sich die Untersuchung mit dem Herrschaftsgebiete des Alpenföhns und seiner örtlichen Vertheilung über dasselbe beschäftigt und wendet sich nunmehr im nachstehenden chronographischen Theil zu der zeitlichen Vertheilung der verschiedenen Föhnphänomene.

Da die Meteorologie und Klimatologie im Allgemeinen und mit ihr die Witterungskunde der Alpen im Speciellen eine verhältnissmässig noch sehr jugendliche Wissenschaft ist, deren Alter nur erst nach Decennien zählt, so ist unsere Kenntniss von merkwürdigen atmosphärischen Vorgängen, die vor längerer Zeit in den Alpen sich zutragen, eine ausserordentlich mangelhafte und unzulängliche und reicht kaum einige Jahrhunderte zurück. Auch über die grossen Föhnströme, welche die Thäler der Alpen in früheren Zeiten ohne Zweifel ganz ebenso durchbrausten, wie sie noch jetzt es thun, besitzen wir nur sehr spärliche und lückenhafte Nachrichten, die in uralten Jahrzeitbüchern, Chroniken, Localurkunden, Gemeinde- und Familienarchiven oder handschriftlichen Sammlungen niedergelegt, der Forschung aber leider grösstentheils ganz unzugänglich sind.

Brügger hat sich das nicht zu unterschätzende Verdienst erworben, eine Reihe solcher urkundlichen Mittheilungen über merkwürdige Witterungserscheinungen und denkwürdige Elementarereignisse, wie sie in dem Berggebiet der Schweiz, namentlich in den rätischen Alpen seit der Mitte des elften Jahrhunderts beobachtet und verzeichnet wurden, mit grosser Sorgfalt zu sammeln und in seinen *Beiträgen zur Naturchronik der*

Schweiz ¹⁾ zusammenzustellen. Diese werthvollen Beiträge zählen auch eine Menge von Föhnfällen auf, die in früheren Jahrhunderten sich ereigneten.

So interessant es nun auch wäre, auf diese Föhnfälle, die in früheren Zeiten sich ereigneten, etwas näher einzugehen, so lehrreich eine chronologische Uebersicht derselben auch sein müsste in Bezug auf die Vertheilung unseres Phänomens über die verschiedenen Zeiten des Jahres, so muss doch hier von einer solchen Uebersicht Abstand genommen werden, einerseits aus Mangel an Raum, andererseits deshalb, weil dieselbe doch nur eine lückenhafte und unvollständige sein könnte und weil es bei der äusserst schwankenden meteorologischen Terminologie älterer Zeiten mehr als fraglich ist, ob wir es auch wirklich jedesmal mit einem echten Föhnfalle zu thun haben da, wo die alten Chronikenschreiber von einem solchen berichten. Es begnügt sich daher der vorliegende Versuch mit der Schilderung einiger *Föhnfälle* aus neuerer Zeit, die als Charaktertypen gut entwickelter Föhnstürme gelten können und wendet sich sodann der Betrachtung der *Föhnperioden* und *Föhnzeiten* zu.

I.

Föhnfälle.

Am 18. Juli 1841 wurde nicht nur das ganze Alpengebiet von Wien bis Lyon, sondern auch ein grosser Theil der angrenzenden Länder Centraleuropas von einem Föhnsturm verheert, der sowohl wegen seines schon im topographischen Theil erwähnten exceptionell ausgedehnten Verbreitungsgebietes wie auch deshalb sehr merkwürdig ist, weil, wie wir bald sehen werden, das Föhnphänomen gerade zu dieser Zeit weit weniger häufig ist als zu anderen Zeiten des Jahres und dieser Sturm von allen bisher beobachteten als der am besten entwickelte Typus eines Sommerföhns angesehen werden kann. Er erschien am 17. Juli Abends neun Uhr als reiner Südwind in Algier, am 18. Juli Morgens drei Uhr in Marseille, um 8 Uhr Vormittags

¹⁾ Brügger, Beiträge zur Naturechronik der Schweiz, besonders der rhätischen Alpen I—V; Chur 1876—1882.

als Südsüdwest bis Südwest bei Zürich, Nachmittags drei Uhr als Südwest bis Westsüdwest in Leipzig und erlosch in Polen. Mit einer Wärme von $28,1^{\circ}$ C. senkte er bei seinem Eintreffen in Zürich alle zarten Pflanzen, kühlte sich aber bis Mittags auf $21,7^{\circ}$ und bis Nachmittags drei Uhr auf $18,7^{\circ}$ ab. Auf dem Bodensee wüthete dieser Föhnsturm der Art, dass ein von Lindau nach Constanz fahrendes Dampfboot dem Untergang sehr nahe kam. Am schwäbischen Ufer war die Brandung so furchtbar, dass in dem grossen Ort Langenargen die am Ufer sich hinziehenden Grundstücke unter die ausgeworfenen Geröllmassen begraben und die Obstbäume auf der dem See zugewandten Seite bis Brusthöhe vollständig entrindest wurden. Zwei Klafter hohe Pallisaden, welche zum Schutz der Gärten am See hin angebracht waren, wurden herausgeworfen und wie Strohhalme fortgeschleudert. Auf die Bedachung des nahe am See stehenden drei Stock hohen Spitalgebäudes warfen sich die Wellen mit einer solchen Wucht, dass die auf der entgegengesetzten Seite stehende Wohnung des Pfarrers bespritzt wurde. Durch die in den Ort eingedrungenen Wellen wurde die Hauptstrasse so ruinirt, dass eiligst mehrere tausend Reisighündel herbeigeschafft und darüber geschüttet werden mussten, um sie zur Noth wieder fahrbar zu machen. Die diesem Föhnorkan vorausgegangene Nacht zeichnete sich durch ein fast ununterbrochenes heftiges Wetterleuchten aus. Während so an diesem Tage der Föhn auf der ganzen Nordseite der Alpen wüthete, herrschte an ihrem Südabfall vollkommene Windstille ¹⁾.

¹⁾ Deicke, über die Verheerungen orkanartiger Föhnstürme p. 141.
Denzler, über die Erscheinungszeiten und die Erkennung des Föhns; Mitth. d. naturf. Ges. in Zürich, II, p. 18.

Dove, über Eiszeit, Föhn und Scirocco, p. 39, 62, 63, 84.

Dove, der Schweizer Fön, p. 31.

Heer, der Kanton Glarus, Gemälde der Schweiz, VII, St. Gallen und Bern 1846, p. 97.

Rogg, das Becken des Bodensees; Petermanns geogr. Mitth. 1863, I, p. 2, Gotha 1863.

Röder, der Föhnwind in seinen physikalischen und meteorologischen Erscheinungen und Wirkungen. Eine Skizze als Beitrag zur Meteorologie. Jahresberichte der wetterauischen Gesellschaft für die

In der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts ist zunächst beachtenswerth der grosse durch die von ihm veranlasste Ein-äschierung der Cantonalhauptstadt Glarus besonders denkwürdige Föhnsturm vom 10. Mai 1861.

Der Frühling dieses Jahres hatte lange auf sich warten lassen. Noch im April kämpften Winter und Lenz um die Herrschaft und erst mit Beginn des Monats Mai errang letzterer den bleibenden Sieg. Zu dieser Zögerung hatte das gänzliche Ausbleiben des Föhns am meisten beigetragen; denn seit dem 23. Februar war er nie mehr in die Thäler herabgestiegen. Mit Maibeginn aber zeigte er sich durch seine vorgeschobenen Wolken auf den Bergen. Den Firnschnee fegte er in wilden Wirbeln von den kahlen Felsen des Glärnisch weg. Donnernd fuhren die Lawinen zur Tiefe. Sein Hauch erreichte endlich die Thalsole und unter seinem Einfluss entwickelte sich da die Vegetation in selten gesehener Raschheit. Die Bäume standen in wenigen Tagen in ihrer vollen Blütenpracht und Alles freute sich der überwundenen Winterzeit. Den 9. Mai am Himmelfahrtsfeste wurde die Landsgemeinde an altgewohnter Stätte abgehalten. Den ganzen Tag regte sich kein Lüftchen; kein Wölkchen milderte den heissen Sonnenschein; um das Haupt des Hausstocks aber, das sonst so freundlich ins gewerbreiche Thal herniederschaut, waren jene charakteristischen Wolken gelagert, die als sicheres Vorzeichen des nahenden Föhns und seines baldigen Erscheinens in der Tiefe des Thales gelten. Mit Besorgniss wurden dieselben von manch erfahrenem Auge beobachtet, weil jeder Glarner nur allzu gut weiss, dass ein Föhnsturm im Mai schlimme Folgen nach sich zieht. Den 10. Mai wehte er schon durchs Thal zwar nur leise, aber ein starkes Brausen, das von der Höhe niederscholl, kündete an, dass er bald mit aller Macht auftreten werde. Mit Einbruch der Nacht schlug er wirklich in einen heftigen Sturm um, der mit wildem Geheul das Thal durchraste. Die *Föhnenherren* waren schon den ganzen Nachmittag durch die Strassen patrouillirt und um neun Uhr

gesammte Naturkunde zu Hanau über die beiden Geschäftsjahre 1861 bis 1863; Hanau 1864, p. 10.

Tschudi, das Thierleben der Alpenwelt, p. 20.

war die verstärkte Bürgerwache in Dienst getreten. Doch diesmal sollte alle Fürsorge nichts helfen. Es war fast zehn Uhr. Die Mehrzahl der Bewohner lag bereits im Schlafe; andere waren eben auf dem Heimwege vom Theater, als in der Gegend des Landsgemeindeplatzes eine unheimliche Helle aufstieg und sofort der bei den rasenden Föhnstössen doppelt fürchterliche Ruf „Fürio!“ durch die Strassen erscholl. Aus unbekannten Gründen war ein hölzernes Oekonomiegebäude in Brand gerathen. Noch wenige Minuten vorher war die Bürgerwache hier vorbeigezogen, hatten noch Bewohner jenes Stadtviertels an den Fenstern gestanden, ohne die mindeste Spur von Feuer zu sehen. Jetzt aber züngelten die Flammen schon zu allen Ritzen und Spalten des Gebälks heraus — noch einige kräftige Windstösse und sie schlugen hoch über dem hellauflackernden Schindeldache zusammen. Mit einer unbeschreiblichen Schnelligkeit, wie mit einem Zündhölzchenstrich angesteckt, stand die nächste Häuserreihe schon in Brand. Wohl rasselten die Spritzen daher; wohl arbeiteten bald Tausende mit Tollkühnheit, um dem verheerenden Element Einhalt zu thun; wohl heulten die Sturmglocken durch das Land und spielte der Telegraph — vergebens. Der Föhn zerriss jeden Wasserstrahl in feinen ohnmächtigen Sprühregen, der die Flammen nicht zu dämpfen vermochte. Rasende Feuerwellen warfen sich gegen die Löschmannschaften und trieben sie zurück. Im Nu standen drei Viertel des gewerbsamen Ortes in Flammen. Immer wüthender kamen die Föhnstösse; immer höher und heftiger wirbelten die brennenden Schindeln durch die Luft. Stundenweit fort bis auf die Berge von Näfels hinaus wurden die brennenden Bruchstücke getragen. Das ganze Thal glich einer feuersprühenden Esse. Und als alles Brennbare aufgezehrt war, wühlte der Föhnsturm mit erneuerter Wuth im rauchenden Schutt der eingestürzten Mauern und abermals stiegen aller Orten die feurigen Wirbel thurmhoch in die Luft, bis endlich nach langen bangen Tagen und Nächten Windstille begleitet von einem Regen eintrat, der den Brand löschte ¹⁾.

¹⁾ Senn, der Föhn; Charakterbilder schweizerischen Landes, Lebens u. Strebens, Glarus 1870 u. 1871, I, p. 245.

Auch das folgende Jahr war sehr föhnreich, namentlich aber der Winter von 1862 zu 1863, der von Röder mit Recht als ein wahrer Föhnwinter bezeichnet wird. Besonders berühmt und berüchtigt aus dieser Zeit ist der verhängnissvolle Dreikönigssturm, der am 6. und 7. Januar des Jahres 1863 nicht nur in allen Theilen der centralen und östlichen Schweiz die furchtbarsten Verheerungen anrichtete, sondern auch die gesammten deutschen Alpen und ihre nördlichen Nachbarländer heimsuchte. Da derselbe als gut ausgeprägter Typus eines Winterföhns gleichsam ein Gegenstück bildet zu dem bereits oben als typisch bezeichneten Sommerföhn vom 18. Juli 1841, dem er weder an Intensität seines Auftretens, noch an Ausdehnung seines Herrschaftsgebietes irgendwie nachsteht, so soll auch er im Folgenden etwas genauer charakterisirt werden ¹⁾.

Schon seit Menschengedenken waren die zahlreichen schweizerischen Gebirgspässe, welche Deutschland mit Italien verbinden, fast ununterbrochen praktikabel gewesen und nur in äusserst seltenen Fällen blieben die Wälschlandposten, die auf den sie überschreitenden Strassen cursiren, länger als einen Tag aus trotz des meterhohen Schnees und der stürzenden Lawinen. Durch diese lange Uebung war man ganz sicher in dem Bewusstsein geworden, die Naturgewalten und ihre Schrecknisse unterjocht zu haben. Da begann das neue Jahr 1863. Ein entsetzlicher Schnee- und Föhnsturm, desgleichen die ältesten Leute sich nur aus dem Jahre 1808 erinnerten, brach am 6. Januar los und zog Verderben bringend von den südlichen Thälern der Alpen gegen Norden. Grauer feuchtwarmer Nebel hüllte düster drohend Berg und Thal ein, dichte Schneemassen sanken hernieder, die bald die kleinen Unebenheiten des Bodens nivellirten und jede Communication unmöglich machten. Dabei wüthete der unheimliche Föhn, „das wilde Kind der Wüste Sahara“, in grauenerregender Weise. Er verwehte jede menschliche Spur, selbst die Telegraphenstangen wurden umgeworfen, so dass seit jener Nacht für mehrere Tage alle elektrische Verbindung über die Alpen zerstört wurde. Die

¹⁾ Deicke, über die Verheerungen orkanartiger Föhnstürme.

Dove, das Gesetz der Stürme, p. 230 u. f.

Dove, über Eiszeit, Föhn und Scirocco, p. 23 u. f.

Depeschen von Italien aus mussten über Venedig und Oesterreich gehen, um irgend eine Stadt der nördlichen Schweiz zu erreichen. Der Zudrang war aber so gross, dass nur die nothwendigsten angenommen werden konnten, da alle Depeschen, unter denen z. B. auch die englischen nach Ostindien bestimmten, die sich sonst auf vier bis fünf Routen vertheilen, durch einen Drath befördert werden mussten. In der unteren Schweiz wüthete der Föhn noch verheerender als in der Höhe, da die droben in enge Alpenthäler eingeschlossene Kraft nun in der Hochebene entfesselt war. Zahllose Bäume wurden entwurzelt, ganze Dächer einer grossen Menge von Häusern und Ställen fortgetragen, ja sogar einzelne Gebäulichkeiten ganz vom Erdboden rasirt. Dabei läuteten alle Glocken, vom Sturmwind bewegt, schauerlich in den Aufruhr der Elemente. Die Regelmässigkeit des Postenlaufs von jenseits und diesseits der Alpen wurde auf längere Zeit gestört. Alle Posten, die am 6. Januar vom Südabhange der Alpen sich auf den Weg gemacht hatten, mussten in dem letzten Dorfe am Fusse des Bergpasses Halt machen, da der Schnee nicht mehr zu durchdringen war. Der Simplon-, Gotthard-, Bernardin-, Splügen- und Julierpass, alle hatten gleiches Schicksal; letzterer sogar, der zahmste aller Alpenübergänge, auf dem die Passage seit dem Bau der Strasse nie gehemmt worden, war gänzlich verschneit und verweht. In wenigen Stunden war ein bis zwei Meter hoher Schnee gefallen, so dass es z. B. in Campodolcino, einem elenden Dorfe an der italienischen Grenze, wo die Splügenpost sammt Passagieren und Briefschaften stecken geblieben war, dem Conducteur Decasper, einem kühnen kräftigen Manne, der schon manches Wagniss bestanden, unmöglich wurde, vor Ablauf von vier Tagen das Dorf zu verlassen. Das leise Herabrieseln der Schneeflocken wurde oft durch das furchtbare Donnern stürzender Lawinen unterbrochen, die von allen Höhen herunterkamen und ihre Schneemassen bis an die Thüren der Häuser wälzten. Weder hinauf zur Passhöhe, noch hinunter nach Chiavenna konnte der Postconducteur trotz angestrengter Hülfe der Dorfbewohner gelangen und letztere waren mit doppeltem Eifer bei diesem Ausgrabungswerke, da ihr Brodvorrath gänzlich ausgegangen war und auch die Mehlvorräthe bedenklich abnahmen. Selbst den Todten konnte man ihr heiliges Recht nicht angedeihen lassen. In der Sturmnacht waren zwei

blühende Jungfrauen des Dorfes, Schwestern, gestorben. Aber die Gräber konnten ihnen nicht bereitet werden. Immer neuer Schnee bedeckte die Arbeit vieler Stunden. Endlich gelang es einem zweiten Conducteur, Fry, der mit ausserordentlichem Muthe und grosser Unerschrockenheit durch Schnee und Sturm sich durchgearbeitet hatte, unter Anderem den reissenden Cencio bis an die Brust durchwatete, bis nach Pianazzo, dem letzten Orte menschlicher Wohnungen jenseits der Alpen, vorzudringen, wo auch zur Winterzeit die italienische Dogana sich befindet. Aber hier musste wieder ein Tag gewartet werden, ehe eine weitere Passage möglich war. Endlich am 13. Januar bei hellem Wetter unternahm der muthige Decasper, derselbe, welcher vier Tage in Campodolcino eingeschneit gewesen, die gefahrvolle Reise über den Berg. Man kann sich die Arbeit denken, wenn man weiss, dass in Campodolcino zwei Meter hoher Schnee lag, und dabei die Bergriesen kennt, die zu erklimmen waren. Von den Strassen konnte man am Berge nichts erkennen, selbst die sonst wegweisenden Telegraphenstangen waren unsichtbar und zum Theil zertrümmert. Der ganze Berg war nur ein weisser unendlich grosser Schneeball, über den sie hinankrochen. Um zwei Uhr Mittags langten sie auf der Höhe an und bis dahin hatte ein Ingenieur, Simonetti, mit seinen siebenzig Bergleuten vom Dorfe Splügen aus einen schmalen Fusspfad gebrochen. An ein Ausschaukeln des Schnees war dabei natürlich nicht zu denken, so dass die einfachste, hier allein mögliche Procedur angewandt wurde: nämlich ein immer von Neuem von der Mannschaft truppweis wiederholter Gänsemarsch, mittels dessen dann endlich eine Art von Pfad entstand. In Splügen traf Conducteur Decasper seinen ebenso unerschrockenen Kollegen Meuli — wir nennen sie alle, denn diese Männer sind auch eine Art von Helden und jedenfalls ein Muster der Pflichttreue — der die Correspondenzen aus dem Tessin, auch zu Fuss durch die Schneemassen sich kämpfend, über den Bernardin gebracht hatte. Einen ungefähren Begriff von der Höhe des Schnees können sich diejenigen, welche die Localität kennen, machen, wenn man hört, dass bei dem Badehause und Hotel San Bernardino auf der Passhöhe der Eingang durch die Thür unmöglich war, so dass der Besitzer das Eisengitter des Balkons fortnehmen liess und die Passage aus dem Schnee in das Hotel durch den Balkon herstellte.

Nach angestrengtester Arbeit von Menschen und Pferden gelang es nun am 16. Januar, die beiden nach Italien führenden bündener Pässe, Splügen und Bernardin, für Schlitten passirbar zu machen. In Folge dessen zog eine ganze Schar Fuhrleute, welche in den Zugangsthälern Schams und Rheinwald wohnen und deren Haupterwerb der grosse Transportverkehr und dessen Spedition ist, nachdem sie sich durch gemeinsames Gebet in der Kirche zu ihrem Vorhaben gestärkt, hinauf auf den Berg, um die dort angehäuften Waaren abzuholen, namentlich die von den Fabriken in St. Gallen und Zürich lange erwartete Seide aus Italien und Baumwolle aus Egypten. Auch der Julierpass, der noch von Julius Cäsar seinen Namen trägt, welcher über diesen Berg nach Rätien zog und als Spuren die noch öfter sich vorfindenden Münzen bei den halbabgebrochenen Säulen hinterliess ¹⁾, wurde

¹⁾ Die Unrichtigkeit dieser Ansicht ist längst erwiesen. Nicht von Julius Cäsar, der die Höhe dieses Alpenpasses niemals betrat, sondern entweder von dem altheidnischen Sonnengott Jul, den auch die Alpenbewohner verehrten, oder, was vielleicht noch wahrscheinlicher ist, von dem keltischen Worte *iul* = Strasse hat der Julierpass seinen Namen. Vergl. hiezu:

Bavier, die Strassen der Schweiz; Zürich 1878.

Bial, chemins, habitations et oppidum de la Gaule du temps de César; Paris 1864.

Brügger, römische Münzen u. Strassenspuren auf dem Julier 1860.

Franscini, Statistik der Schweiz; Bern 1848.

Keller, römische Ansiedelungen in der Ostschweiz; Mitth. d. antiq. Ges. in Zürich, Bd. XII, Abt. 1.

Meyer, die römischen Alpenstrassen in der Schweiz; ibid. Bd. XIII, Abt. 2, Heft 4.

Mommsen, die Schweiz in römischer Zeit; ibid. Bd. IX, Abt. 2, Heft 1.

Oehlmann, die Alpenpässe im Mittelalter; Jahrb. f. schweiz. Gesch., Bd. III u. IV, Zürich 1878 u. 1879.

Pallioppi, perscrutaziuns da noms locals.

Planta, die bündener Alpenstrassen; St. Gallen 1860.

Planta, das alte Rätien; Berlin 1872.

Röder und Tschärner, der Kanton Graubünden; St. Gallen und Bern 1838.

Tschudi, Alpina Rhaetia; Basilae 1538.

Wirth, Statistik der Schweiz; Zürich 1871.

nunmehr dem Verkehr wieder geöffnet. Es war dies namentlich für das Hochthal Engadin, welches bei diesem furchtbaren Schneefall gänzlich von aller übrigen Welt abgeschnitten war, ein dringendes Bedürfniss. Denn der Engadiner muss bei der hohen Lage seiner Heimath alle Lebensbedürfnisse einführen. Das Thal war so verschneit, dass man, um von einer zur andern nur eine Stunde entfernten Ortschaft zu gelangen, acht Stunden brauchte und dabei Leute und Pferde bis an die Brust im Schnee versanken. Auch die Lawinengefahr war eine ganz ungewöhnliche. An einer Stelle, wo im Jahre 1642 die letzte herabgekommen, welches Ereigniss in dem benachbarten Hofe auf einer Steintafel vermerkt worden, stürzte diesmal wieder eine solche, laut donnernd die weite Einsamkeit unterbrechend, in die Tiefe und stäubte sogar über jene bezeichnete Stelle und das jenseitige Ufer des Flusses. Jedoch konnte man sich im bündener Lande insofern glücklich schätzen, als kein Menschenleben zu beklagen war trotz der Unerschrockenheit der mit Oeffnen der Pässe beschäftigten Mannschaften und Postconducteurs und trotz der Nothwendigkeit für die Bauern, das in zahlreich zerstreuten Ställen auf den Bergwiesen überwinternde Vieh mit Futter zu versorgen. Schlimmer und trauriger lauteten die Nachrichten, die vom Südabhange des Gotthardpasses einliefen, der gleichfalls seit dem 6. Januar für allen Verkehr gänzlich versperrt war. Im Tremolathale lag der Schnee metertief und von den Mannschaften, die mit der Wegräumung desselben beschäftigt waren, wurden dreiundzwanzig durch eine herabstürzende Lawine verschüttet. Noch traurigere Ereignisse meldete bald darauf der wieder regelmässig berichtende Telegraph aus den tiefer liegenden Thalgebieten des Cantons Tessin, wo die Schneemassen noch grösser waren als auf dem Nordabhange der Alpen. Am 11. Januar stürzte unter dem Druck der auf ihm lastenden Schneemassen das Dach der St. Antoniikirche zu Locarno kurz vor Beginn des Gottesdienstes ein und tödtete und verwundete nicht weniger als dreiundfünfzig Personen. Aber es war dies nicht der einzige schwere Schlag, der den Canton Tessin in Folge dieses furchtbaren Sturmes traf. Am 7. Januar ein Viertel nach der Mittagstunde wurde das Bergdorf Bedretto di mezzo am Südabhang des Gotthardstocks durch eine Lawine verschüttet. Nur zwei Häuser blieben stehen. Einund-

dreissig Personen fanden ihren Tod und diejenigen, welche sich in der entsetzlichen Verwirrung retten konnten oder aus dem Schnee wieder ausgegraben wurden, waren dem bittersten Mangel Preis gegeben. Im Val Antigorio, dem unteren Theil des italienischen Formazzathales, und in Fondo Valle wurden sieben bis acht Häuser und Ställe in den Abgrund geschleudert, wobei Männer, Frauen und Kinder und über hundert Stück Vieh zu Grunde gingen. Aehnliches geschah in Gulechio und in der Nähe von Crodo. In Campo verschüttete eine Lawine Alles bis zur Johanniskapelle, deren Fenster vom Schnee eingedrückt wurden.

Fast ebenso arg wie im Hochgebirge hauste dieser furchtbare Föhnsturm in den nördlichen Theilen der Schweiz. Schon in der Nacht vom 6. zum 7. Januar nahm der Föhn in der ganzen Nordostschweiz einen sturmartigen Charakter an, der sich in dem Thale der Stadt St. Gallen unter starkem Regen vermischte mit Schneegeköber Morgens zwischen acht und neun Uhr als Orkan anmeldete, ungefähr um zehn Uhr seine grösste Energie entfaltete und dann zwischen elf und zwölf Uhr sich nur noch als ein gewöhnlicher Föhnwind bemerkbar machte. In den Cantonen St. Gallen und Appenzell richtete dieser Orkan grosse Verheerungen an, ebenso im Toggenburgischen und verbreitete sich von hier aus über die Westseite des Weissbachthales bis zum Rothmeserwald über Urnäsch, Peterzell und Schwellbrunn, verschonte dagegen die Umgebungen von Herisau. Während die Bezirke Sargans, Werdenberg, Ober- und Unterrheinthal, die Umgebungen von Rorschach, sowie im Canton Appenzell die Thäler von Schwendi, Brüllisau, Eggerstanden und das Sitterthal von Weissbach bis Appenzell ziemlich verschont blieben, wurden die Thäler von Gonten, Hundwyl und Gais, sowie die der Sitter und des Wettbachs arg verwüstet. In Gais und Trogen waren die Zerstörungen weniger beträchtlich als in Bühler, Teufen und Speicher. Auch der Stadtbezirk St. Gallen, sowie ein Theil des südlich von ihm gelegenen Bezirks Tablat, der Rosenberg, der Südabhang des Menzelen und der Ostabhang der Sturzenegg in der Gemeinde Herisau haben gelitten. In dem nördlich von der eben bezeichneten Linie gelegenen Gebiet von Mörschwyl, Wyttenbach, Engelberg und St. Josephen erzeugte der Föhn zwar noch einige trombenartige Wirbel, denen einzelne Bäume erlagen, doch

erlangte er hier nicht mehr die Energie, die er in den genannten Orten des Cantons Appenzell entwickelt hatte. Im Gebiete seiner intensivsten Machtentfaltung scheint er strichweis aufgetreten zu sein. Ein solcher Windstrich zog sich von Appenzell durch das Thal der Sitter hinab bis in die Gegend von Stein, ein anderer über den Laimensteig oberhalb Haslen. In allen Tobeln und Einschnitten, welche in die Sitter ausmünden und fast alle in westöstlicher Richtung verlaufen, wurden die stärksten Bäume entwurzelt oder umgebrochen. Mit einigen Ausnahmen hatten die Stämme durchweg eine Lage von Süd nach Nord. Auch auf der Hundwylerhöhe wurden eine grosse Menge Bäume geworfen, von denen manche einen Meter und mehr im Durchmesser hielten. Der Orkan hatte aber wie an anderen Orten so auch hier viel mehr Bäume aus der Mitte als an den Rändern der Waldungen geworfen. Auch hier lagen die meisten Stämme in der Richtung von Süd nach Nord. Bei Hagensteg in einem jungen Wäldchen hart an der Sitter wurden die Bäume auf der Südseite fast durchweg ihrer Kronen beraubt und nicht ein einziger Stamm zeigte nach dem Sturm noch eine senkrechte Stellung. An manchen Stellen, z. B. in den Wäldern an der Hundwylerhöhe, besonders da, wo die Bäume nach verschiedenen Richtungen lagen, zeigte sich die eigenthümliche Erscheinung, dass die Stämme im Innern oft auf zwei bis sechs Meter Länge nach den verschiedenen Jahrgängen kreisförmig gespalten waren. Auch die stehen gebliebenen Stümpfe zeigten diese kreisförmigen Spaltungen bis zur Wurzel hinab. Offenbar hatte der Föhn an solchen Stellen Wirbel gebildet und die Stämme nicht abgebrochen, sondern abgedreht, woraus sich die kreisförmigen Spaltungen erklären. Auch im Wattbachtobel, besonders am Südabhang des Menzelen und der Sturzenegg, am Freudenberg, sowie im Schangenertobel bei Eggersriet zeigten die nach allen Richtungen der Windrose geworfenen Stämme derartige kreisförmige Spalten. Ausser diesen Verwüstungen in den Wäldern richtete der Sturm auch in den Dörfern und Ortschaften des Sitterthales grosse Zerstörungen an. In Engenhütten wurden mehrere Dächer abgedeckt. Ein Stück von einem dieser Schindeldächer wurde mit einem noch daran hängenden Balken mehr als dreihundert Meter weit von Süd nach Nord geschleudert. An der Nordseite eines Berges zerstörte der Sturm

ein Haus bis auf das unterste Stockwerk. In Stein blieben von einem grossen Gebäude nur noch die vier Wände des Kuhstalls stehen. In der gleichen Gemeinde wurde ein kleines Wohnhaus gänzlich zerstört. Auffallend ist die Erscheinung, dass Häuser, an deren Dachrand Latten in schräger Richtung gelehnt waren, wenig oder gar keinen Schaden litten. Die Bewohner sind der Meinung, dass der Wind dadurch gebrochen werde und viel von seiner zerstörenden Kraft verliere. In Rapisau, Kosteli, Stein, Teufen und Teufeneregg hatte man vielfach Gelegenheit den guten Erfolg dieses Präservativmittels sowohl bei Häusern wie auch bei Obstbäumen sich bewähren zu sehen. Die ärgsten Verwüstungen verursachte der Föhn in der Richtung von Gais über Bühler, Teufen, Teufeneregg, St. Georgen und Freudenberg bis zum Rosenberg nördlich von St. Gallen. Während die Beschädigungen in Gais selbst noch nicht allzu erheblich waren, mehrten sie sich rasch in der Richtung auf Bühler. Hier wurden sowohl in der Höhe wie auch in der Tiefe eine Menge von Häusern beschädigt und der Wald strichweis fast gänzlich rasirt. Ein Postwagen und ein Omnibus, die mit Passagieren gefüllt waren, wurden mitten auf der Landstrasse vom Sturm umgeworfen. Von der Kuppel des Kirchthurms zu Bühler wurde ein Theil des Kupferbeschlages abgerissen und heruntergeworfen. Im oberen Theil des Dorfes stieg während des Sturmes eine rauchartige Säule auf, so dass die Löschmannschaft mit der Feuerspritze herbeieilte. Es stellte sich jedoch heraus, dass der Estrich eines Hauses, dessen Dach der Sturm abgedeckt hatte, ganz mit Sägemehl gefüllt gewesen war, welches nun vom Winde gleich einer Rauchwolke durch die Luft gewirbelt wurde. Sehr bedeutenden Schaden erlitt die Gemeinde Teufen, wo die beiden Luftströme, die über Haslen und Bühler hinbrausten, zusammenstiessen. Hier wurde ein Mann von einem Balken erschlagen, den der Wind von einem demolirten Hause hinwegsleuderte. Beachtenswerth ist, dass in dem unteren Theile des engen etwa neunzig Meter tiefen Tobels der Rhode, das sich in ostwestlicher Richtung von Teufen bis zur Ausmündung ins Sitterthal erstreckt, die Verwüstungen des Windes ärger waren, als in dem weiter oberhalb nach Bühler zu gelegenen Theile, der von Südost nach Nordwest verläuft. In Stuhlegg war von einem grossen Wohnhause nur noch die steinerne Grundmauer zu sehen.

Am Ausgange des Brand oberhalb St. Georgen hatte der Orkan sechs dicke Buchen niedergeworfen, deren Wurzeln dicht in einander verflochten waren. Auch das charakteristische Wahrzeichen St. Gallens, eine uralte Tanne mit gabelförmig sich ausbreitenden Aesten, die östlich vom Freudenberge stand, fiel der Wuth des Orkans zum Opfer. Der östlichste Luftstrom desselben kam von Trogen her, wo er von der Stallung des Altlandammanns ein Stück der Zinkblechbedachung im Gewicht von sechs Centnern losriss und über die Strasse hinwegschieleuderte. In Unterhub und Eggersriet deckte er mehrere Dächer ab und in Vöglisegg fegte er ein ganzes Haus fort. Nach amtlicher Schätzung betrug der Schaden, den dieser Föhnsturm anrichtete, im Canton Appenzell 442 484 Franken, im Canton St. Gallen 308 397 Franken.

Aber nicht blos auf schweizerischem Gebiete hauste dieser Sturm auf das Furchtbarste, auch in den benachbarten deutsch-österreichischen Alpenländern wurden seine Wirkungen vielfach wahrgenommen, wenn sie auch hier viel weniger verderblicher Natur waren als in der Schweiz. Im vorarlbergischen Bludenz regierte der Föhn, der hier, der Richtung des Thales folgend, aus Süd und Südsüdosten weht, schon seit Beginn des neuen Jahres, steigerte sich am 6. und 7. Januar zum Sturm und heulte sechzig Stunden lang ohne Unterbrechung. Zu St. Peter in Tirol herrschte vom 6. um ein Uhr Nachts bis zum 8. um drei Uhr Morgens heftiger Südoststurm. Am 6. schlug in Maltein in Kärnthen die Witterung um; es ward wärmer und über Nacht erhob sich ein starker Föhn, der am darauf folgenden Tage die Dächer und mittägigen Bergabhänge des Schnees entledigte. Doch erst in der Nacht vom 7. auf den 8. brachte der Föhn in der Tiefe Regen, auf der Höhe bis etwa 1000 m herab Schnee. Zu Altaussee in Steiermark sah man in der Nacht vom 7. zum 8. öfters Blitzen aus Südwest. Zu Kirchdorf in Oberösterreich war am 6. um vier Uhr auf den Anhöhen Thauwetter und Südweststurm; in Wienerneustadt am 7. von vier bis sieben Uhr bedeutender Sturm aus Süd. Auch im bairischen Hochlande richtete dieser Föhnorkan Schaden an. Er deckte Häuser ab, warf Kirchthürme um und wirbelte die schaumgepeitschten Wasser des Kochelsees in Gestalt einer wandernden Rauchsäule hoch durch die Luft, dass die Be-

wohner der umliegenden Ortschaften glaubten, es sei irgendwo Feuer ausgebrochen ¹⁾).

So scheinen sich die äussersten Randwellen dieses merkwürdigen Föhnsturmes bis in die letzten Ausläufer der Ostalpen fortgepflanzt zu haben und seine erwärmenden Wirkungen erstreckten sich über ganz Centraleuropa bis weit ins nördliche und östliche Deutschland hinein, wo sie noch im Harz und auf dem Plateau von Mähren sich nachweisen lassen.

Wie der eben charakterisirte Dreikönigssturm vom Jahre 1863 als Typus eines gut entwickelten Winterföhns gelten kann, so lässt sich aus der Reihe derer, die in den folgenden sehr föhnreichen Jahren dieses Decenniums sich ereigneten, der Sturm vom 23. September 1866 als Typus eines gut ausgeprägten Herbstföhns ansehen. Er ist von Dufour in einer schon oben citirten vortrefflichen Monographie sehr gründlich und allseitig untersucht worden und wird auch im phänomenologischen Theil dieses Versuchs noch eingehendere Berücksichtigung finden.

II.

Föhnperioden.

Nachdem wir im vorstehenden Abschnitt einige gut entwickelte Föhnstürme als Typen dieses merkwürdigen Phänomens charakterisirt haben, wenden wir uns im folgenden zu den Perioden ihrer jedesmaligen Dauer und sehen gleichzeitig zu, wie es mit einer etwaigen Periodicität in der regelmässigen Wiederkehr solcher Phänomene nach Verlauf längerer Zeiträume steht.

Unter *Föhnperioden* versteht man zunächst im engeren Sinne diejenigen Zeitabschnitte, die zwischen dem Anfang eines Föhnsturms und seinem Ende liegen, also die jedesmalige Dauer eines Föhnphänomens. Diese Dauer variirt erfahrungsmässig zwischen einem Zeitraum von wenigen Stunden und einem solchen von mehreren Tagen und beträgt im Durchschnitt etwa zwei bis drei Tage, wenn dabei nur diejenigen Föhnphänomene in Betracht gezogen werden, bei denen der Charakter eines Sturmes, also eines Windes mit intensiv bewegter Luft, deutlich ausgeprägt ist, da-

¹⁾ Noë, in den Voralpen.

gegen abgesehen wird von jenen schwächeren Luftbewegungen, die namentlich im Winter oft wochenlang in den oberen Regionen des Gebirges herrschen und von den Glarnern und Urnern unter dem Namen *zahmer Föhn* oder *Heiterföhn*, wohl auch *Dimmerföhn* von dem *wilden Föhn* unterschieden werden.

Ausser diesen Perioden im engeren Sinne will man nun auch Perioden im weiteren Sinne erkannt haben. Wie die moderne Meteorologie, ausgehend von der unzweifelhaft richtigen Voraussetzung, dass die tellurisch-atmosphärischen Phänomene, die auf der Oberfläche unseres Erdballs und innerhalb der ihn umgebenden Lufthülle sich vollziehen, in ursächlichem Zusammenhang stehen mit gewissen kosmischen Vorgängen und von ihnen beeinflusst werden, in gewissen Witterungserscheinungen, namentlich in den täglichen und jährlichen Schwankungen der Temperatur wie auch in der wechselnden Menge der atmosphärischen Niederschläge eine periodische Wiederkehr hat erkennen und diese Periodicität mit der elfjährigen Sonnenfleckenperiode¹⁾ in Beziehung bringen wollen, so hat man auch früher schon versucht, eine solche Periodicität in der stetigen Wiederkehr der Föhnphänomene nach Verlauf längerer Zeiträume nachzuweisen. In Bezug hierauf sagt z. B. Denzler in seiner Abhandlung *über die Erscheinungszeiten und die Erkennung des Föhns in der Schweiz*²⁾:

„Der Föhn ist eine in der Schweiz so häufige Erscheinung und zeigt in der Regel eine so bedeutende Verbreitung, dass sein Ursprung weit jenseits der Alpen, ja jenseits des mittelländischen Meeres gesucht werden muss. Wenn dieses Letztere der Fall ist, so wird diese Luftströmung eine der allgemeineren, somit auch der gesetzmässigeren sein und namentlich Periodicität zeigen. Umgekehrt wird die zeitweilige Wiederkehr ein Beweis grösserer Verbreitung und ihre Häufigkeit und Regelmässigkeit ein Beweis

¹⁾ Köppen, über mehrjährige Perioden der Witterung; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met. VIII.

Liznar, über die Beziehung der täglichen und jährlichen Schwankung der Temperatur zur elfjährigen Sonnenfleckenperiode; Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissensch. November 1880.

²⁾ Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich No. 15, Septbr. 1847.

bedeutenden Einflusses auf die klimatischen Verhältnisse der betroffenen Gegenden sein. Aus diesen Reflexionen gingen die Untersuchungen über Periodicität des Föhns in der Schweiz hervor, deren Ergebnisse hier in kurzer Uebersicht mitgetheilt und damit der allgemeinen Prüfung überantwortet werden. Bis jetzt haben sich nur vier periodische südliche Luftströmungen und periodische Föhne unzweifelhaft herausgestellt und auch der Eintritt dieser vier Föhnzeiten kann sich um zwei bis drei Tage beschleunigen oder verspäten. Diese Perioden fallen im Mittel in der Schweiz auf den 17. bis 18. Januar, 4. März, 17. Juli und 20. December. Alle vier Föhne werden in ganz Mitteleuropa, Italien inbegriffen, an den charakteristischen Merkmalen erkannt. Einige davon sind als weit verbreitete und heftige Föhnstürme bekannt. Der Föhn vom 18. Juli scheint die stärkste westliche Abweichung anzunehmen. Neun andere Föhne stellen sich ebenfalls als wenigstens sehr häufig an denselben Tagen eintretende Föhne heraus, zeigen dagegen nicht die Regelmässigkeit der vier ersten in der Verbreitung, indem sie zwar alljährlich, allein nicht auf allen Beobachtungstationen eingetroffen sind. Diese neun Föhne fallen auf den 23. Februar, 21. März, 21. Mai, 20. bis 27. Juni, 9. bis 10. August, 24. September, 29. October bis 3. November, 10. November und 29. November bis 4. December. Wahrscheinlich liegen diesen neun Föhnen allgemeine periodische Strömungen zu Grunde, allein, Süditalien etwa ausgenommen, nur die Alpen scheinen geeignet, ihre Föhnnatur darzuthun. Aus dem ganzen südlichen Italien fehlen leider die zur Untersuchung so höchst nothwendigen Beobachtungen. Mehrere unzweifelhafte Föhnstürme fallen indess auf einige dieser Tage. Endlich zeigten sich bei der Untersuchung noch neun Föhne mit Anklang von Periodicität, nämlich am 15. und 16. Februar, 12. und 28. März, 3., 16. und 25. April, 2. Mai und 11. October.“

Da es nun Denzler — wie es scheint geflissentlich — unterlässt, diejenigen Föhnfälle anzuführen, die an den von ihm angegebenen Tagen sich ereignet haben sollen und seiner Theorie einer Periodicität als Stütze dienen könnten, so lässt sich dieselbe auch nicht weiter auf ihre Richtigkeit hin prüfen. Jedenfalls ist ihr Werth ein sehr problematischer und muss schon deshalb mehr als zweifelhaft erscheinen, weil alle Beweismittel fehlen. So steht

z. B. das Phänomen vom 18. Juli, das in der ersten Gruppe genannt ist, mit einem einzigen charakteristisch ausgeprägten Falle, welcher im Jahre 1841 sich ereignete und auch bereits besprochen worden ist, vollkommen isolirt ohne ein weiteres Analogon da. Ganz ebenso verhält es sich mit den übrigen Fällen seiner drei Periodengruppen. Wenn auch an dem einem oder dem anderen der von Denzler angegebenen Tage ein Föhnfall sich ereignete, so lässt sich doch auch nicht für einen einzigen derselben eine Periodicität mit Sicherheit nachweisen.

Soll nun gleich die Möglichkeit einer solchen Periodicität in der Wiederkehr der Föhnphänomene durchaus nicht a priori in Abrede gestellt werden, neigen wir vielmehr gleich selbst der Ansicht entschieden uns zu, dass eine solche Periodicität thatsächlich besteht, so müssen wir doch darauf hinweisen, dass die dieses Windphänomen speciell berücksichtigenden Beobachtungen als viel zu sporadisch, lückenhaft und unvollständig sich erweisen, die Reihen continuirlicher Beobachtungen aber, welche die neueste Zeit seit Errichtung der schweizerischen meteorologischen Stationen geliefert hat, so werthvolles Material sie auch bieten mögen, doch noch zu kurz sind, als dass aus ihnen eine Periodicität in der Wiederkehr des Föhnphänomens innerhalb grösserer Zeiträume mit Sicherheit sich ableiten liesse.

Es muss sonach diese Frage zur Zeit noch als eine offene bezeichnet und der wissenschaftlichen Forschung späterer Tage überlassen werden, aus dem reicheren Material und den längeren Reihen continuirlicher Beobachtungen, die ihr dann zu Gebote stehen werden, den Umfang jener Perioden, die wir schon jetzt voraussetzen dürfen, wie auch die Gesetze ihrer Abhängigkeit, die wir vorerst nur zu ahnen, noch aber nicht klar zu erkennen vermögen, auf dem Wege der Empirie zu eruiren und mit Sicherheit nachzuweisen.

III.

Föhnzeiten.

Erfahrungsgemäss tritt der Föhn nicht in jedem Jahre mit gleicher Häufigkeit auf, sondern es lassen sich sehr deutlich föhnreiche Jahrgänge von föhnarmen unterscheiden. So wurden z. B.

in der Zeit von 1864 bis 1870 in der Schweiz nicht weniger als 112 deutlich entwickelte Föhnwinde beobachtet. Von diesen 112 Phänomenen kommt aber durchaus nicht die gleiche Anzahl auf jeden einzelnen Jahrgang, sondern es vertheilen sich dieselben auf die 7 Beobachtungsjahre wie folgt ¹⁾:

Jahr.	Zahl der Föhnphänomene.
1864	10
1865	16
1866	17
1867	19
1868	14
1869	19
1870	17

Es ergibt sich also bereits für eine siebenjährige Beobachtungszeit bei einem Minimum von 10 und einem Maximum von 19 Fällen eine Differenz von nicht weniger als 9 Fällen zwischen dem föhnärmsten und dem föhnreichsten Jahre. Wie schon im vorigen Abschnitt nachgewiesen wurde, hat sich eine Gesetzmässigkeit in den Schwankungen dieser jährlichen Maxima und Minima, sowie eine Periodicität ihrer Wiederkehr bis jetzt nicht ermitteln lassen; wohl aber ist schon jetzt innerhalb eines Jahrescyklus ein rhythmisch geregelter Wechsel in der Zu- und Abnahme der Zahl der Föhnfälle, der offenbar mit dem Wechsel der Jahreszeiten zusammenhängt und von ihm bedingt wird, sehr deutlich zu erkennen und hieraus resultirend auch eine gewisse Gesetzmässigkeit und Stetigkeit in der Anordnung und Vertheilung der Föhnphänomene über die verschiedenen Zeiten und Monate des Jahres.

¹⁾ Wettstein, l. c., p. 334 u. 335.

Die oben zusammengestellten 112 Föhnphänomene vertheilen sich nämlich auf die vier Jahreszeiten in folgender Weise:

Jahreszeit.	Zahl der Föhnphänomene
Winter	32
Frühling	35
Sommer	20
Herbst	25

Diese Zusammenstellung zeigt schon sehr deutlich die ganz ungleiche Vertheilung des Föhnphänomens über die verschiedenen Zeiten des Jahres und weist nach, wie der Frühling mit einem Maximum von 35 Föhnfällen den Sommer mit einem Minimum von nur 20 um nicht weniger als 15 übertrifft, wie der erstere sonach die föhnreichste, der letztere die föhnärmste Zeit jener siebenjährigen Beobachtungsperiode war, während der Winter mit 32 Fällen dem Frühjahrsmaximum, der Herbst mit 25 Fällen dem Sommerminimum am nächsten stand.

Noch frappirender tritt der auffallende Föhnreichthum des Frühlings gegenüber den anderen Jahreszeiten hervor, wenn man die einzelnen Tage addirt, während welcher der Föhn in den 112 Fällen jener siebenjährigen Beobachtungsperiode herrschte. Die 286 Föhntage, die bei dieser Summirung sich ergeben, repartiren sich folgendermassen auf die vier Jahreszeiten:

Jahreszeit.	Zahl der Föhntage.
Winter	64
Frühling	121
Sommer	34
Herbst	67

Es kommen somit nach annähernder Schätzung im Durchschnitt etwa 40 Föhntage auf jedes der sieben Beobachtungsjahre,

die sich in nachstehenden Gruppen auf die vier Jahreszeiten vertheilen:

Jahreszeit.	Zahl der Föhnstage.
Winter	9 $\frac{1}{7}$
Frühling	17 $\frac{2}{7}$
Sommer	4 $\frac{6}{7}$
Herbst	9 $\frac{4}{7}$

Zu etwas abweichenden Resultaten gelangt Heer in seinen Untersuchungen über die *Vegetationsverhältnisse des südöstlichen Theils des Cantons Glarus*¹⁾, sowie im VII. Bande der *Gemälde der Schweiz*²⁾, welcher speciell diesen Canton behandelt. Nach ihm vertheilen sich die 35 Föhnstürme, die in den drei Jahren 1826, 1827 und 1832 zu Matt im glarner Sernfthal beobachtet wurden, so auf die zwölf Monate des Jahres:

Monat.	Zahl der Föhnphänomene.		
	1826	1827	1832
December	2	5	3
Januar	—	0	1
Februar	1	1	2
März	4	3	1
April	0	1	1
Mai	1	0	0
Juni	0	0	0
Juli	0	0	0
August	0	0	0
September	1	1	0
October	0	—	3
November	2	0	2

¹⁾ Fröbel und Heer, Mittheilungen aus dem Gebiete der theoretischen Erdkunde, Zürich 1836, I, p. 303.

²⁾ Heer, der Kanton Glarus, p. 98.

Daraus würden sich folgende Gruppen für die vier Jahreszeiten ergeben:

Jahreszeit.	Zahl der Föhnphänomene.
Winter	15
Frühling	11
Sommer	0
Herbst	9

Im Mittel also kämen etwa auf eins der drei Beobachtungsjahre:

Jahreszeit.	Mittlere Zahl der Föhnphänomene.
Winter	5
Frühling	4
Sommer	0
Herbst	3

Hiemit stimmen ziemlich überein die Mittelzahlen, welche Hann ¹⁾ aus einer Reihe zehnjähriger Beobachtungen ableitete, die von Sternbach zu Bludenz angestellt wurden. Der erstere gelangt hinsichtlich der Häufigkeit, mit welcher der Föhn an der genannten Station auftritt, zu folgenden Resultaten:

Monat.	Mittlere Zahl der Föhntage.
December	4,4
Januar	3,6
Februar	2,6
März	3,3

¹⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz; Sitzungsber. d. k. k. Akademie der Wissenschaften, Bd. LXXXV, Abth. II, Märzheft, Jahrg. 1882, p. 24.

Monat.	Mittlere Zahl der Föhntage.
April	2,6
Mai	2,3
Juni	0,6
Juli	1,3
August	1,2
September	3,5
October	2,9
November	3,6

Hieraus ergeben sich nachstehende Jahreszeitmittel:

Jahreszeit.	Mittlere Zahl der Föhntage.
Winter	10,6
Frühling	8,2
Sommer	3,1
Herbst	10,0

Sind nun auch die in den obigen Tabellen zusammengestellten Resultate insofern nicht ganz gleichwerthig, als die von Heer gewonnenen die Zahl der Föhnfälle ausdrücken, welche zu Matt in einem Zeitraum von nur drei Beobachtungsjahren constatirt wurden, während die von Hann aus Sternbachs Beobachtungen abgeleiteten Ergebnisse die mittlere Häufigkeit der Föhntage zum Ausdruck bringen, welche während einer zehnjährigen Beobachtungszeit zu Bludenz gezählt wurden, so lassen sie doch den Parallelismus in den Schwankungen zwischen der grösseren und geringeren Häufigkeit des Föhnphänomens, die mit den wechselnden Jahreszeiten stetig sich ändert, recht gut erkennen und zeigen schon sehr deutlich, wie diese Fluctuationen mit einer gewissen constanten Gesetzmässigkeit in dem Sinne sich wiederholen, dass, ausgehend von einem Minimum, welches stets auf einen der drei Sommermonate fällt, die Zahl der Föhnfälle mit beginnendem Herbst allmähig sich mehrt, ihr Maximum entweder im ersten Wintermonat — December — oder im ersten Frühlings-

monat — März — erreicht und dann gegen den Sommer hin wieder rasch abnimmt.

Die beachtenswerthe Thatsache, dass die Zahl der Winter- und Frühlingsföhne die der Sommer- und Herbstföhne bedeutend überwiegt, ist ohne Zweifel darauf zurückzuführen, dass, wie die Temperaturdifferenzen, so auch die Luftdruckunterschiede im Winter grösser sind als im Sommer. Im Sommer ist die Luftdruckvertheilung eine viel gleichmässiger als im Winter, wo sich über den Continenten der nördlichen Halbkugel starke Luftdruckmaxima bilden, während über den relativ warmen Theilen der nördlichen Oceane tiefe Barometerminima entstehen, welche jene intensiven Luftbewegungen erzeugen, die im Winter so häufig auftreten.

Fassen wir nun die im Vorstehenden gewonnenen Resultate zusammen, so ergibt sich Folgendes. Wie die Häufigkeit der Föhnphänomene in verschiedenen Jahrgängen eine ganz verschiedene ist und föhnreiche mit föhnarmen Jahren wechseln, so ist auch die Zahl der in den verschiedenen Zeiten des Jahres sich ereignenden Föhnfälle eine ganz ungleiche und es wechseln auch innerhalb eines und desselben Jahrganges föhnreiche und föhnarme Zeiten beständig mit einander ab.

Während aber, wie im zweiten Abschnitt gezeigt wurde, eine mehrjährige Periode, innerhalb welcher die Fluctuationen zwischen föhnreichen und föhnarmen Jahrgängen sich wiederholen, und das Gesetz, nach welchem diese Schwankungen der Maxima und Minima sich vollziehen, wegen der Kürze continuirlicher Beobachtungsreihen sich bisher noch nicht ermitteln liess, wurde dagegen im dritten Abschnitt der Nachweis geführt, wie innerhalb eines Jahrescyklus eine solche Periodicität schon jetzt ganz unverkennbar zu Tage tritt und zwar in der Weise, dass das Minimum der Föhnfälle mit grosser Regelmässigkeit auf einen der drei Sommermonate, namentlich auf Juni oder August fällt, während das Maximum entweder im ersten Wintermonat — December — oder im ersten Frühlingsmonat — März — einzutreten pflegt, wobei beachtenswerth ist, dass der Föhn im Winter, wo er am häufigsten auftritt, auch räumlich die weiteste Ausdehnung, dynamisch die grösste Energie und in allen ihn charakterisirenden Erscheinungen die vollkommenste Entwicklung zeigt, während er

im Sommer, wo er am seltensten weht, gewöhnlich auch extensiv wie intensiv am schwächsten entwickelt erscheint¹⁾.

¹⁾ Hellmann, über die Ursache der grösseren Tiefe der Barometerdepressionen im Winter; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., XI, p. 97.

Hildebrand-Hildebrandsson, essai sur les courants supérieurs de l'atmosphère. Soc. Roy. d. Sciences d'Upsal, Nvbre. 1874.

Mohn, Grundzüge der Meteorologie, Berlin 1879, p. 230.

Wojeikoff, die atmosphärische Circulation; Ergänzungsheft Nr. 38 zu Petermanns geogr. Mittheilungen, Gotha 1874.

Dritter Theil.

Phänomenologie.

Zu den wichtigsten Bestimmungsstücken sowohl des Gesamtklimas als auch der einzelnen Witterungserscheinungen irgend einer Gegend gehören die Luftströmungen oder Winde im weiteren Sinne, mögen sie nun mit bedeutender mechanischer Kraft auftreten und dann dasjenige darstellen, was im gemeinen Leben Wind genannt wird, oder mögen sie in einer kaum merklichen Bewegung vielleicht nur durch ein blosses Herabsinken wechselnde Luftmassen herbeiführen. In den meteorologischen Tafeln nehmen die Aufzeichnungen über die jedesmal herrschende Luftströmung eine coordinirte Stelle neben denjenigen über Barometerstände, Temperaturen der trockenen und feuchten Thermometer, Bewölkung und Niederschläge ein. Man pflegt sich daher auch gewöhnlich vorzustellen, dass die Luftströmungen erst zusammen mit Temperatur, Luftdruck, Dunstdruck etc. das Wetter ausmachen. In Wirklichkeit aber sind es eben nebst der localen Insolation meist nur die Luftströmungen, welche machen, dass an einem Punkte gerade *diese* Temperatur, *dieser* Luftdruck, *diese* Feuchtigkeit in der Luft herrscht; sie sind also nicht bloß Componenten der jeweiligen Witterungsergebnisse, sondern *sie sind das Wetter selbst*; ihre Eigenschaften, die sie mit sich von dorthier bringen, woher sie kommen, lassen sich hauptsächlich in Temperatur und Feuchtigkeitszustand unterscheiden; auch alles andere wie Luftdruck, Bewölkung, Niederschlag etc. hängt wenigstens theilweise von der unsere Erde berührenden Luftströmung ab. Diese ist also das Wetter. Durch diese Auffassung ist die Bedeutung der Luftströmungen nicht überschätzt und die Rolle der Sonnen-

stellung und die Höhenlage eines Ortes keineswegs *unterschätzt* ¹⁾.

Was im Vorstehenden über die Bedeutung der Winde als Witterungsfactoren im Allgemeinen gesagt ist, das gilt auch im Besonderen von unserem Alpenwinde, dem Föhn, im vollsten Umfange. Es ist dieser Wind durch eine constante Reihe von voraufgehenden, begleitenden und nachfolgenden Erscheinungen gekennzeichnet, die nicht etwa bloß als zufällige zeitlich zusammenfallende Merkmale, sondern als durch ihn hervorgerufene, ihm speciell eigenthümliche Eigenschaften erkannt worden sind, die, unter einander im engsten ursächlichen Zusammenhange stehend und eine aus der anderen hervorgehend, wie die Wirkung aus der Ursache, ihn sehr scharf charakterisiren und, da sie mit wenigen Abänderungen in ziemlich gleichmässiger Weise sich wiederholen, diesen Wind von anderen Luftströmungen deutlich unterscheiden.

Indem nun die Untersuchung in diesem dritten Theile ihrer Hauptaufgabe sich zuwendet, betrachtet sie in einem ersten Abschnitt die dem Föhn voraufgehenden Erscheinungen, welche als Vorzeichen desselben seinen Eintritt mit einer gewissen Sicherheit verkünden; in einem zweiten Abschnitt alle diejenigen atmosphärischen Erscheinungen, die den Föhn zu begleiten pflegen und ihm unmittelbar nachfolgen.

Erster Abschnitt.

V o r z e i c h e n.

Ist es schon bei gewöhnlichen Witterungsvorgängen sowohl in theoretischer wie praktischer Beziehung von grossem Interesse und hoher Wichtigkeit, diejenigen Erscheinungen kennen zu lernen, die ihnen voraufgehen und sie ankündigen, so steigert sich dieses Interesse in hohem Grade da, wo es sich um die Prognose eines Sturmphänomens handelt, das, wie der Föhn, so tief und folgenscher in alle Gebiete des Natur- und Menschenlebens ein-

¹⁾ Lorenz, über Charakterisirung der Winde; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., II, p. 145.

Lorenz und Rothe, Lehrbuch der Klimatologie mit besonderer Rücksicht auf Land- und Forstwirtschaft; Wien 1874, p. 7 u. 8.

greift, und es dürfte aus diesem Grunde nicht ganz überflüssig erscheinen, wenn die nachstehende Untersuchung etwas näher eintritt auf alle diejenigen atmosphärischen Erscheinungen, welche dem Föhn erfahrungsmässig voraufzugehen pflegen und für die Prognose dieses so merkwürdigen Sturmphänomens von höchster Bedeutung sind. Es zerfallen diese atmosphärischen Erscheinungen, welche sein Nahen verkünden, in drei Gruppen, die zwar ihrem Wesen nach verschieden sind, aber ihrer Entstehung nach im engsten ursächlichen Zusammenhange mit einander stehen und in letzter Instanz auf einen allen gemeinsamen Ursprung sich zurückführen lassen. Die Veränderungen, welche der Föhn schon geraume Zeit vor seinem Eintreffen an einer bestimmten Oertlichkeit in Druck, Wärme und Feuchtigkeit der Atmosphäre hervorruft, geben zunächst in einer Reihe von charakteristischen Erscheinungen sich kund, die in ihrer stereotypen Wiederkehr als unzweideutige Vorzeichen des Föhns erfahrungsmässig sich erwiesen haben und unter der Bezeichnung *meteorische Phänomene* sich zusammenfassen lassen. Sie bilden die *erste Gruppe* jener charakteristischen Vorboten unseres Windes.

Da nun aber die Luft alle Körper umhüllt und das Medium bildet, durch welches die von allen sichtbaren Gegenständen ausgehenden Lichtstrahlen zum Auge gelangen, so ist es keineswegs gleichgiltig, in welchem Zustande dieses Medium sich befindet, und von vornherein darf man annehmen, dass Veränderungen jenes Mediums auch Veränderungen in den für das menschliche Auge wahrnehmbaren Licht- und Farbenerscheinungen zur Folge haben werden. Es ist dies denn auch thatsächlich der Fall und als allgemein bekannt darf vorausgesetzt werden, dass warme Luft anders auf den durchgehenden Lichtstrahl wirkt als kalte, feuchte ihn anders beeinflusst als trockene. Da ferner die Luft weder selbstleuchtend ist, noch wie ein gefärbtes Glas Licht bloß durchlassend sich verhält, sondern mit zahllosen mikroskopischen Körpern theils organischen, theils anorganischen Ursprungs erfüllt ist, welche das Licht reflectiren, so kann es keineswegs gleichgiltig sein, ob diese mikroskopischen Körper durch reichliche Feuchtigkeit, die als unsichtbarer Wasserdampf die Luft erfüllt, in durchsichtigem Zustande erhalten, oder ob sie durch starke Austrocknung derselben ganz oder doch nahezu vollständig un-

durchsichtig gemacht werden. Hieraus ergibt sich mit Nothwendigkeit, dass jede Aenderung im Zustande der Atmosphäre auch veränderte Licht- und Farbenerscheinungen an den für uns sichtbaren Gegenständen zur Folge haben muss. Solche eigenthümliche zum Theil äusserst anziehende Licht- und Farbenerscheinungen ruft denn auch der anrückende Föhn durch ungleiche Erwärmung und starke Austrocknung der Luft thatsächlich hervor. Da diese eigenthümlichen Licht- und Farbenerscheinungen eine unmittelbare Folge der Veränderungen sind, welche der nahende Föhn namentlich in dem Wärme- und Feuchtigkeitszustande der Luft erzeugt, und aus den hiermit zusammenhängenden Vorgängen, welche die erste Gruppe der Föhnvorzeichen bilden und als meteorische Phänomene bezeichnet wurden, ebenso hervorgehen wie die Wirkung aus der Ursache, so bilden dieselben ganz naturgemäss die *zweite Gruppe* der den Föhn verkündenden Vorzeichen und können, da sie ausschliesslich auf die Sehorgane wirken, als *optische Phänomene* bezeichnet werden.

Aber nicht nur die Licht-, auch die Schallwellen werden beeinflusst durch die Veränderungen, welche der nahende Föhn in dem sie fortpflanzenden Medium der Luft kervorrufft. Dieser Einfluss giebt sich kund in eigenthümlichen Schallerscheinungen, welche von der Erfahrung als ebenso sichere Vorzeichen des Föhns erkannt worden sind, wie die meteorischen Phänomene der ersten und die optischen der zweiten Gruppe, und hier in *dritter Reihe* als *akustische Phänomene* zusammengefasst werden sollen.

Indem die vorstehende Deduction den ursächlichen Zusammenhang aller derjenigen Erscheinungen nachweist, welche erfahrungsgemäss als Föhnvorzeichen erkannt worden sind, und dabei darthut, wie eine Gruppe dieser Erscheinungsreihe aus der anderen sich ergibt, zeichnet sie gleichzeitig der nachfolgenden Untersuchung den Weg vor, den dieselbe bei der Betrachtung jener Erscheinungen einzuschlagen hat. Dieselbe beginnt demgemäss mit den das *primum movens* bildenden *meteorischen Phänomenen*, wendet sich sodann zu den durch sie hervorgerufenen *optischen Phänomenen*, um endlich mit den sie begleitenden und aus denselben Ursachen hervorgehenden *akustischen Phänomenen* die Lehre von den Vorzeichen des Föhns zum Abschluss zu bringen.

I.

Meteorische Phänomene.

„Zu den mannigfachen Gründen“ — sagt Bebber ¹⁾ in einem Versuch über *die Wolken als Wettersignale* — „welche den Fortschritt der meteorologischen Wissenschaft, insbesondere der ausübenden Witterungskunde verzögerten, gehört auch der, dass man bei der Beobachtung und dem Studium der Witterungserscheinungen sich fast lediglich auf die untere dem Erdboden unmittelbar auflagernde Luftschicht beschränkte und die Luftbewegung in den höheren Regionen nicht genügend in Betracht zog. Sind auch die oberen Luftschichten für die directe Beobachtung ganz unzugänglich, will man nicht zu Ballonfahrten seine Zuflucht nehmen, so giebt es doch für das Studium derselben in dem Verhalten der Wolken so erhebliche indirecte Anhaltspunkte, dass es uns wundern muss, dass man sich nicht schon früher eingehender mit dem Wolkenhimmel beschäftigte.“

Dies ist insofern richtig, als die theoretische Witterungskunde in der That die Wolken nach Gestalt und Bewegung bis jetzt noch weit weniger zum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gemacht hat, als sie dies verdienten; insofern dagegen unrichtig, als die Beobachtung der Wolken und ihre praktische Verwerthung als Wettersignale thatsächlich schon sehr alt und weiter verbreitet ist, als man gewöhnlich annimmt. Schon in den Naturmythen der ältesten Culturvölker wie auch namentlich in Sage und Dichtung der bergbewohnenden Hirten- und Jägervölker, deren Lebensweise nicht nur Zeit und Musse, sondern auch vielseitigen Anlass bietet zu Witterungsbeobachtungen aller Art, spielen die Wolken als Wettersignale eine hervorragende Rolle.

Nach der ältesten und bekanntesten Eintheilung, welche von Luke Howard herrührt und, so roh und unzureichend sie auch sein mag, durch eine bessere den Anforderungen der Wissenschaft mehr entsprechende bis jetzt noch nicht ersetzt worden ist, zerfallen die Wolken in dreierlei Grundformen. Howard unterscheidet die *Cumulus*- oder *Haufenwolke*, welche in dichtgeballten

¹⁾ Bebber, die Wolken als Wettersignale; Fleischers deutsche Revue.

rundlich geformten und an den Rändern scharf begrenzten Dunstmassen besonders häufig an ruhig heiteren Sommertagen den Himmel bedeckt, an welchem sie bald nach Sonnenaufgang erscheint, um bis zur höchsten Tageswärme langsam zuzunehmen und dann ebenso allmählig wieder zu verschwinden; die *Stratus*- oder *Schichtwolke*, die in langgestreckten Streifen und breitlagern den Bänken sich darstellt; und endlich die *Cirrus*- oder *Federwolke*, die in den mannigfachsten Formen und Gestalten bald einfach gradlinig oder quergestreift, bald gebogen oder wellenförmig gerollt, bald wieder filzförmig oder schleierartig den Himmel überzieht. Von diesen drei Wolkenformen, die von Göthe mit den Worten:

„Ein Aufgehäuftes flockigt löst sich auf,
Wie Schäflein trippelnd leicht gekämmt zu Hauf“

ebenso kurz als treffend charakterisirt werden und die Urtypen all der mannigfachen Dunstgebilde repräsentiren, die durch Combination dieser drei Grundformen entstehen und dem Himmel der gemässigten Zone seine landschaftliche Physiognomie verleihen, haben wir es hier speciell mit der dritten oder *Cirrusform* zu thun.

„Wenn das Wetter längere Zeit schön gewesen ist“ — sagt Kämtz in seinen *Vorlesungen über Meteorologie* — „und das bis dahin hochstehende Barometer nun langsam zu sinken beginnt, so zeigen sich häufig die Cirri in ihrer reinsten Form als feine weisse Fasern auf dem blauen Himmelsgrunde. Entweder sind es feine parallele Fäden, die oft kaum zu erkennen sind und sich dabei meistens von Süd oder Südwest nach Nord oder Nordost erstrecken; zu anderen Zeiten laufen davon ähnliche parallele Fäden nach beiden Seiten aus; die Wolke erhält dann das Aussehen eines Pferdeschweifs — eine Modification, welche im gemeinen Leben mit dem Namen *Windbaum* bezeichnet wird; zu anderen Zeiten durchkreuzt sich eine grosse Menge solcher Fäden; die Wolke erhält daher ein verfilztes Aussehen und geht in den *Cirrostratus* oder *Cirrocumulus* über.“ Seine grösste Bedeutung gewinnt der Cirrus als Vorbote des Antipassats, dessen Eindringen und Kämpfen mit dem Nordostpassat wir die Mehrzahl der Niederschläge verdanken. Ohne Zweifel giebt sich die Art des Eindringens des Südwestpassats durch die Form des Cirrus und

die Art seiner Entwicklung kund. Während in den nördlichen Theilen Centraleuropas der feuchtwarme Luftstrom sich bereits herabgesenkt hat, streicht er weiter südlich im Alpengebiet noch in der Höhe und kündigt sich durch jene eigenthümlichen hochziehenden Cirrusgebilde an, die in der Schweiz sehr bezeichnend *Föhngewölk* ¹⁾ genannt werden, weil sie fast immer ein untrügliches Vorzeichen sind, dass der Föhn im Anzuge begriffen ist ²⁾.

Dieses merkwürdige Föhngewölk tritt hier zu verschiedenen Zeiten unter ganz verschiedenen Eormen auf. Bisweilen, namentlich im Vorfrühling und Frühling, überzieht es als ein zarter durchsichtiger Florschleier, der aus weisser Gaze oder feiner Kaschmirseide gewebt zu sein scheint, das ganze Firmament wie ein dünnes continuirliches Gespinnst, durch welches das Blau des Himmels matt und getrübt, das Licht der Sonne strahlenlos, bisweilen orangefarben hindurchscheint. Dieses florschleierartige Föhngewölk wird im Davos und Prättigau *Chilbi* ³⁾ genannt. Im Sommer, wo der Föhn, wie im chronographischen Theile nachgewiesen wurde, im Allgemeinen seltener ist als zur Zeit der Tag- und Nachtgleichen, nimmt das Gewölk, das sein Nahen verkündet, häufig die Gestalt jener feinen hochziehenden Cirri an, die, bald locker zerzupften Eiderdunen gleichend, mit Federwolken bezeichnet zu werden pflegen, bald dem flockigen Vliess junger Lämmer ähnelnd, Lämmer- oder Schäfchengewölk genannt werden, nicht selten aber auch ganze Reihen langer wellenförmiger Kämme bilden, die in ihrer parallelen Anordnung, ihrer fein gerieften und gestreiften Lagerung auffallend an die vom Winde leicht ge-

gestreiften

¹⁾ Diese Bezeichnung ist nicht nur eine populäre, sondern auch in der wissenschaftlichen Terminologie allgemein acceptirt worden. Vergl.: Lommel, Wind und Wetter, München 1873, p. 144.

Wolf, schweizerische meteorologische Beobachtungen.

²⁾ In welchem innigen ursächlichen Zusammenhange Föhn und Cirri mit einander stehen, ergibt sich sehr deutlich aus den meteorologischen Beobachtungen, welche Wanner, Wehrli und Zollikofer vom 1. December 1872 bis zum 30. November 1873 zu Altstätten, St. Gallen, Trogen und auf dem Gäbris anstellten. Vergl.:

Wartmann, Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen naturw. Gesellschaft während des Vereinsjahres 1872/73, St. Gallen 1874, p. 516—518.

³⁾ Coaz, l. c., p. 18.

kräuselten Wogen des Meeres erinnern. Im Herbst, namentlich aber im Winter, bildet das Föhngewölk bisweilen jene langen rossschweifartig gestalteten Streifen, die im mittel- und nord-europäischen Hügel- und Flachlande unter dem Namen Windbäume bekannt sind und auch hier mit Recht als Vorzeichen eines bevorstehenden Witterungswechsels angesehen werden, im schweizerischen Alpenlande aber *Südbäume* oder *Windstreifen* genannt werden, weil sie hier in der Regel den Himmel in meridionaler Richtung durchziehen und sich gegen Süden meist an festere Wolkenmassen anlehnen, die als Cumulus oder Cumulostratus um die Spitzen der Südgebirge sich lagern, nach oben zu eine bogen- oder busenförmig gekrümmte Grenzlinie zeigen und jene milchweissen Cirrostrati gleich Baumästen gegen den Zenith hinaufsenden, die in parallelen Streifen den noch von der Sonne durchglänzten Himmel überziehen, von Zeit zu Zeit verschwinden, aber immer wieder erscheinen, jedesmal länger, breiter und zahlreicher als zuvor. Diese busenförmig ausgeschweiften Wolkenwände, deren Flanken immer in nördlicher Richtung gegen den Zenith hinaufreichen, während ihre concave Seite gegen Süden zu hinabgedrückt ist, bleiben oft Stunden, ja Tage lang wie angenagelt an derselben Stelle stehen, ohne ihre bogenförmig gekrümmte Grenzlinie merkbar vor- oder rückwärts zu verschieben, und verrathen in dieser ihrer Stabilität den unentschiedenen Kampf, den der Föhn in den höheren Regionen der Atmosphäre mit der ihm entgegen wehenden und ihn zurückdrängenden Bise oder dem Nordwinde führt.

Schon der Alpenreisende Hugi ¹⁾ berichtet von einer derartigen Erscheinung, die er zu Imhof im Haslithale beobachtete. Er sagt: „Den nächsten Tag herrschte ein ausserordentlicher Föhn mit solcher Gewalt von der Grimsel herab, dass er viel beschädigte und jedes Unternehmen nach den Hochalpen hinderte. An den Wänden und Hörnern der beiderseitigen Thalgehänge schwamm finsternes Gewölk herab, das des Thales Mitte nie erreichte. Bei einigen in das Gebirge eingefurchten Tobeln hielten einzelne Wolkenpartieen fest, während bei anderen Tobeln sie in die Höhe wirbelten und dann mit dem oberen Gewölk sich einten. Dieses, den ganzen Himmel umhüllend, floss nicht nach Norden,

¹⁾ Hugi, naturhistorische Alpenreisen, Solothurn 1830, p. 145.

sondern dem unteren gerade entgegengesetzt nach Süden über das Gebirge hin.“

Noch anschaulicher schildert Kohl, ein ebenso scharfer und aufmerksamer Beobachter als zuverlässiger und gewissenhafter Berichterstatter, in seinen noch immer mustergiltigen *Alpenreisen* die oben besprochene Wolkenerscheinung und den durch sie bekundeten Kampf des herannahenden Föhns mit der Bise, die er in demselben Berggebiet wie Hugi zwischen dem Thalkessel von Guttannen und der Handeckstufe beobachtete, wie folgt: „Je weiter wir kamen, desto mehr Spuren zeigten sich von dem schlechten Wetter, das auf der Grimsel herrschte. Kleine Wolken und Nebel flogen, selbst als wir in der Tiefe noch etwas Bise oder Nord hatten, mit ausserordentlicher Hast über unseren Köpfen hin. ‚Der Föhn herrscht in den oberen Regionen,‘ sagte unser Führer, ‚und da ist sicher weiterhin schlecht Wetter.‘ Weiter hinauf hörte die Bise ganz auf und es kam uns ein warmer Stoss Föhnwind entgegen, der jedoch bald wieder von der Bise verdrängt ward. Als wir noch weiter stiegen, wechselten warmer Föhn und kalte Bise Welle auf Welle, Schlag auf Schlag. Dies war ein merkwürdiges Phänomen. Fast unwillkürlich hielten wir jedesmal, wenn die warme Föhnwelle uns traf und uns den Athem versetzte, etwas an. Meine Gefährten wollten sogar einen schwefeligten Geruch in der Föhnluft wahrnehmen. Ueber unseren Köpfen stand ein grauer Wolkenbogen, der die Grenze der Föhn- und Biseherrschaft bezeichnete. Ueber diesem scheinbar ziemlich festen Bogen wurden einzelne Wolkenflocken rasch hinweggetrieben, so dass es also schien, als ob in den höheren Regionen der Föhn die Oberhand hätte. Der Thalwinkel nach der Grimsel zu war sehr finster; abwärts in der Ferne lächelte Sonnenschein. Man sollte nun glauben, dass, wenn ein Sturm erst angefangen habe, aus dem einen Ende eines Thales herabzuwüthen, er auch bald nach unten wie ein Wasserfall hinabgeflossen sein müsse. Wir erwarteten jeden Augenblick, dass dies geschehen und der Föhn über uns herfallen werde. Statt dessen blieben wir Stunden lang an der Grenze des Schlachtfeldes, wo Föhn- und Bisewellen immer abwechselten; der dunkle Wolkenbogen hielt sich immer über unserem Kopfe, ohne vor- oder rückwärts zu schreiten, und selbst in der folgenden Nacht und am anderen Tage, wo wir be-

stimmt Wetterveränderung erwarteten, hatten wir immer ruhiges und helles Wetter, während die Nachrichten von der Grimsel traurig klangen“¹⁾).

Zu diesen eigenthümlichen Wolkenphänomenen, welche bereits die Herrschaft des Föhns in den oberen Luftschichten verrathen, gesellen sich bald andere atmosphärische Erscheinungen, die seine nahe bevorstehende Ankunft verkünden und rasch sich mehren, je näher er heranrückt. Das Anfangs langsam, bald aber rasch und immer rascher fallende Barometer verräth eine starke Verminderung des Luftdrucks, während das gleichzeitige Steigen des Thermometers eine ebenso auffallende Vermehrung der Luftwärme anzeigt und das Hygrometer bereits die beginnende Abnahme der relativen Feuchtigkeit sehr deutlich anzeigt, eine Erscheinung, die sich auch darin unverkennbar kund giebt, dass das Gebälk der Häuser, das Getäfel der Zimmerwände wie auch das Holzwerk von Gefässen und Hausgeräth unter lauten Detonationen Risse und Spalten wirft. In dem bleigrauen Wolkenschleier, der den Himmel überdeckt, wird allmählig ein Wogen und Drängen von Süden nach Norden hin wahrnehmbar; aber noch fühlt man im Thal keinen Luftstrom von deutlich ausgesprochener Richtung. Nur ein heisser schwüler Hauch dringt allgegenwärtig auf uns ein, die Brust beengend und den Athem beklemmend. Woher er kommt, lässt sich meist kaum bestimmen; man hat oft den Eindruck, als ob ihn die Wolkendecke aus der Höhe nach der Tiefe herabdrückte. Nur dann und wann regen sich die Blätter der Bäume wie von plötzlichen Fieberschauern erfasst; dann bleiben sie wieder Stunden lang ohne jede Spur von Bewegung. Geht man zu solcher Zeit an den Ufern eines Gewässers entlang, so fühlt man oft ganz plötzlich, wenn man das Rinnsal eines Bergbachs oder die Mündung eines Querthals durchschreitet, von einem kühlen köstlich erquickenden Hauch sich umweht, der aber bald wieder von dem brütenden Dunst der schwülen Föhnluft verdrängt wird. Auch die Nacht bringt keine Kühlung; es steigert sich vielmehr sehr oft die Wärme der Atmosphäre derartig, dass das Thermometer um Mitternacht höher steht, als zur Mittagszeit. Kein

¹⁾ Kohl, Alpenreisen; Dresden u. Leipzig 1849—1851, I, p. 169—171.

Tropfen kühlenden Thaus erquickt die dürstenden Pflanzen, die schlaff und welk ihre Blätter und Blüthen hängen lassen und auf einmal alle Frische der Farben verloren zu haben scheinen. Schwül und schwer brütet die erstickend heisse Föhnluft über Thal und Gebirg. Sie scheint noch ohne jede Spur von Bewegung zu sein und doch deuten elektrische Erscheinungen darauf hin, dass sie bereits in einem Zustande höchster fieberhafter Erregung sich befindet. Namentlich nach Sonnenuntergang nimmt man sehr häufig ein ganz eigenthümliches rasch und unstät hin und her flackerndes Wetterleuchten wahr, das in breit aufflammenden Feuerströmen die südlichen Wolkenwände durchbricht und mit seinem fackelnden Schein die Gipfel der Berge oft stundenlang unaufhörlich umzuckt, ohne dass auch nur das Mindeste von einem nachfolgenden Donner vernehmbar wäre. Ein Blitzstrahl ist bei diesem eigenthümlichen dem Föhn vorausgehenden Wetterleuchten selten oder nie zu bemerken; auch ist es oft sehr schwer, den eigentlichen Herd der elektrischen Entladung zu ermitteln; denn bald hier, bald da zuckt es hinter den fernen Bergen herauf, als ob mächtige Lichtballons oder grosse Leuchtkugeln zerplatzten und ihre vielfarbigen Flammengarben nach allen Richtungen ausströmen liessen ¹⁾.

Derartige elektrische Erscheinungen gingen, wie wir bereits früher constatirt haben, nicht nur dem berühmten Sommerföhn vom 18. Juli 1841 voraus, sondern auch der verhängnissvolle Dreikönigsföhnsturm vom 6. und 7. Januar 1863, der im chronographisch-statistischen Theil dieses Versuchs als Typus eines Winterföhns genauer charakterisirt wurde, kündigte sein Nahen weit und breit durch starke elektrische Entladungen an, die namentlich in den Thälern der Mittel- und Ostalpen vielfach beobachtet wurden. Auch in den Umgebungen des Vierwaldstättersees ist dieses eigenthümliche fernaufzuckende Wetterleuchten sehr häufig wahrzunehmen, wenn der Hasliföhn von der Grimsel her im Anzuge ist. Wer in solch wetterschwüler Föhnnacht auf dem Rücken des Rigi sich befindet, der sieht den zackigen Gipfel

²⁾ Christ, ob dem Kernwald, Basel 1869; p. 62 u. 63.

Tyndall, mountaineering in 1861; a vacation tour; London 1862, p. 8.

des Pilatus und die sierrenartig gestreckten Bergketten, welche das Becken des Sarnersees umgeben und das Unterwaldener- vom Bernerlande scheiden, in scharfumrissenen Silhouetten vom farbigen Lichtschein der Blitze sich abheben, die jenseits der niederen Brünigschwelle aus der tief klaffenden Spalte des Haslithales unaufhörlich heraufzucken, den ganzen Südwesten secundenlang in ein Flammenmeer hüllen und ihren phantastischen Widerschein bis hinauf werfen zu den Schneescheiteln der oberländer Eisesriesen, die, in unzugänglicher Hoheit über der breiten Brünigpforte thronend, von Zeit zu Zeit aus dem Wetterdüster hervortreten und in ihrer gespenstischen Beleuchtung den Hintergrund bilden zu einem nächtlichen Schaustück von wahrhaft dämonischer Pracht.

II.

Optische Phänomene.

Aus den oben besprochenen meteorischen Phänomenen, welche dem Föhn voraufzugehen pflegen, ergeben sich wie die Wirkung aus der Ursache eine Reihe optischer Phänomene, die vorzugsweise auf die vom Föhn erzeugte Aenderung im Wärme- und Feuchtigkeitszustande der Luft zurückzuführen sind und gleichfalls als sichere Föhnvorzeichen sich erwiesen haben.

Als Träger dieser eigenthümlichen Licht- und Farbenerscheinungen, welche dem Auge oft ein höchst anziehendes Schauspiel gewähren, treten uns zunächst die Berge der Alpen entgegen. Während dieselben bei gewöhnlichen Witterungsverhältnissen nur in beschränkter Entfernung sichtbar sind, leuchten sie beim Nahen des Föhns weit hinaus über die Länder der Menschen, die zu ihren Füßen liegen. Wer im Hochsommer eine jener aussichtsreichen Gipfel des Jura, der Vogesen, des Schwarzwaldes oder der schwäbischen Alp ersteigt, die wie die Sitzreihen eines mächtigen Amphitheaters die grosse Schaubühne der Alpen in weitem Halbrund umgeben, der findet sich oft in seinen Erwartungen getäuscht. Da, wo er die Alpen zu sehen gehofft hatte, lagern dicke braungraue oder bleifarbene Dunstmassen, die alle Fernen verhüllen. Wer aber im Hornung oder im März, wenn der Mittelmeerwind, der den Ländern diesseits der Alpen den Frühling bringt, im Anzuge begriffen ist, eine jener hohen Warten betritt, der kann da

oben Dinge sehen, wie sie von menschlichen Augen nur selten geschaut werden. Es ist, als wäre auf einmal ein verhüllender Vorhang hinweggezogen vor jener unentweihten Welt voll Licht und Glanz, die zu hoch und herrlich ist, als dass sie profanen Menschenblicken immerdar zugänglich sein sollte. Da, wo in sonndurchglühten Hochsommertagen dichte Dunstmassen brüteten, ragen jetzt in unabsehbarer Zackenreihe die allmächtigen Alpen in den stillen Himmel und umsäumen mit ihren schneeschimmerkenden Scheiteln den ganzen südlichen Horizont. Wie weggewaschen ¹⁾ ist jener zarte durchsichtige Duftschleier, der im Sommer bei gutem Wetter die Flanken der Berge zu umhüllen pflegt und, vom dunklen Lasurblau bis zum matten Perlgrau in den feinsten Nuancen sich abstufend, dem Auge einen Massstab für ihre Entfernung giebt. Nicht mehr weit hinausgerückt in dämmernde Ferne wie wesenlose Luftgebilde einer sinnetäuschenden Fata Morgana, sondern wahrhaft körperlich, scheinbar zum Greifen nah, stehen sie da von den schärfsten Contouren umrissen in einer Reinheit und Klarheit, dass man jeden Vorsprung, jede Schlucht, jede Falte ihres gewaltigen Felsenbaus vom Scheitel bis zur Sohle selbst mit unbewaffnetem Auge deutlich erkennen kann. Die Durchsichtigkeit der Luft, die der nahende Föhn erzeugt, gestattet dem Blick, bis in unglaubliche Ferne zu dringen und da noch mit vollkommener Deutlichkeit Dinge zu erkennen, die bei normalem Zustande der Atmosphäre gänzlich unsichtbar sind. Zwar bleibt der Spiegel des grenzhütenden Rheinstromes, der alemanisches von helvetischem Lande scheidet, dem Auge verborgen; aber ein feiner Lichtnebel, der aus der Tiefe heraufdringt und die Füße der Uferberge umflirt, bezeichnet weithin seinen Lauf. Durch den fackelnden Schein der verdunstenden Wasser sieht man hinab auf die Ebenen des schweizerischen Flachlandes, die zwischen den letzten Ausläufern des Schwarzwaldes und den ersten Vor-

¹⁾ Ober sagt ganz richtig in seiner vortrefflichen Schilderung des Faulhorns (l'Oberland Bernois, Berne 1854, II, p. 320): „Le Foehn rend l'air plus pur et plus transparent et rapproche les objets, de sorte que les paysages, entièrement dégagés de vapeurs qu'il a pour ainsi dire fondues, ressemblent à des tableaux qu'on vient de laver.“ Vergl. hierzu die feinsinnige Charakteristik der Vorzeichen des Föhns in Tschudis Thierleben der Alpenwelt, p. 19.

höhen der Alpen sich hindehnen. Wie Wachtelnester im Korn liegen die Städte und Ortschaften der Menschen zwischen den schwarzblauen Wäldern. Sie erscheinen so nahe gerückt, dass man bei manchen die Stunde vom Zifferblatt der Thurmuhre ablesen kann. Gleich Fäden eines Spinnwebes durchkreuzen sich die feinen Linien der Strassen und Eisenbahnen, die sie unter einander verbinden. An den sanftabfallenden Lehnen der breitgestreckten Hügelreihen, die den Uebergang vom Flachland zum Gebirge vermitteln, ziehen sich dichte Nadelholzforste hinan, die in der durchsichtigen Föhnluft fast schwarzblau erscheinen. Hinter jenen Vorhöhen nehmen die Berge bald mannigfachere Formen an. All die vielgestaltigen Hörner und Zacken kann man zählen, die den sierrenartig ausgesägten Rücken des Pilatus bilden, und auf dem Gipfel des Rigi sieht man die Fenster der Kulmhotels in der Sonne blitzen. Unten umspielt ihn schillernder Schein. Es ist der Reflex vom Spiegel des Vierwaldstätters, der in der grellen Beleuchtung des Föhnwetters die Uferberge mit webendem Glanz umgiebt. Dahinter in schier erdrückender Pracht stehen die Hochalpen vom Montblanc bis zur Scesaplana höher, näher und gewaltiger denn je, dabei in einer Beleuchtung so seltsam und phantastisch, als brüte verhängnissvolles Unheil in ihrem schweigenden Schosse. Die Vertiefungen der Thäler wie die Schluchten und Klüfte, die ihren Felsenleib durchfurchen, deckt tiefgesättigtes Indigoblau, während die emporragenden Grate und Felsrücken in röthlichvioletter Färbung, die schneebedeckten Gipfel aber in einem eigenthümlich weingelben oder goldtopasfarbenen Lichte erscheinen.

Noch weilt tiefe lautlose Ruhe über dieser beglänzten Welt; aber es ist etwas Beklemmendes in dieser Stille wie in dem schwülen Schweigen, das schweren Wettern voraufgeht. Bald beginnt finsternes Gewölk um die erhabenen Throne sich zu sammeln und lagert sich langsam um die schneeweissen Häupter wie die schwarze Sorge um runzeldurchfurchte Menschenstirnen. Das ist der Sturm, der im Anzuge ist, und sehr bezeichnend nennt der Alpenbewohner jene ruhigen Wolkenwände *Föhnmauern* ¹⁾. Immer dichter ziehen sich die aufquellenden Dünste zusammen und bilden

¹⁾ Hann, Handbuch der Klimatologie, Stuttgart 1883, p. 209, Anm.

nach und nach eine dunkele feste Masse, die den Bergen erst bis an die Schultern reicht und noch unbeweglich steht wie ange-nagelt. So kommt der Abend heran. Blutroth und strahlenlos wie ein riesenhafter Feuerball geht die Sonne hinter rauchtopas-farbenen Dunstbänken zu Rüste und noch lange nachher bezeich-net das langsam ausglühende Abendroth, das wie ein purpurner Baldachin über den fernen Westländern hängt, die Stätte, wo sie verschwand. Wie die bläuliche Flamme am Schwefelfaden, so läuft blitzschnell ein zündender Funke von den Spitzen des Unter-gangs zu denen des Aufgangs, dass sie alle in jäher Gluth empor-lohen, bald schwefelgelb, wie wenn Natrondämpfe von ihnen auf-stiegen, bald dunkelviolet, als ob brennender Weingeist über sie ausgegossen würde, bald hell rubinroth, wie in der phantastischen Beleuchtung bengalischen Feuerwerks. Gleich Strömen flüssigen Metalls senken sich die Gletscher von den brennenden Firnen zu den verdunkelnden Thälern nieder. Auch sie sind umwebt von Lichtern und Farben, die kein Prisma kennt. So glüht es in un-heimlicher Pracht um die erhabenen Berggestalten, deren Schultern schon von finsternen Wolkensturmhauben umhüllt sind, während ihre Scheitel noch in überirdischer Klarheit zum Aetherglanz des orangefarbenen Südhimmels aufragen — rothglühende Lavazacken vor einem gelbbrennenden Natronfeuer. Und nun beginnt es sich auch zu regen in den breitgestreckten Wolkenbänken, die bisher ruhig und unbeweglich im Schosse der Berge lagerten. Angeglüht von dämonischem Schein heben sie sich langsam höher und höher. So brennt Surturs Flamme, wenn die Riesen aus Muspilheim Asgard vernichten und die Himmelsbrücke zusammenstürzt. In der That, wie wenn der grosse Weltbrand von ihnen ausgehen sollte, so leuchten die Alpen in unheimlichem Schein weithinaus über die Länder der Menschen. Lauwarm wird der Wald durch-wogt. Wie aus tiefem Schlaf erwachend heben die uralten Tannen ihre Häupter, tasten träumend mit den breiten Aesten hierhin und dahin und schütteln ächzend den letzten Winterschnee ab, der, vor Kurzem noch trocken und pulverig wie Mehl, jetzt auf ein-mal weich und feucht sich anfühlt. Gleich darauf ists wieder lautlos still im verschneiten Bergwald, der jäh schwarz geworden ist. Die Dächer der Hütten wie die Flügel der Krähen, die von ihnen auffliegen, haben ihren Glanz verloren; auch die Farben

der lavaglühenden Berge wie der kupferrothen Wolken, die sie umkränzen, sind matter geworden — es ist, wie wenn sich vor der Bühne plötzlich die Lampen senken oder das Docht einer Leuchte rasch herabgeschraubt wird. Heisser Hauch dringt von Süden her wie Gluth eines Hochofens und doch ist weit und breit keine Flamme, deren Wärme bis zu uns gelangen könnte. Eine Weile vergeht — da schlägt es uns abermals entgegen wie Lohe eines fernen Brandes. So wechseln beständig kalte und warme Luftströme, dass man ein Gefühl hat, wie wenn man die Hand in ein Gefäss taucht, in welches kaltes und warmes Wasser gleichzeitig einströmt. „Diese Nacht wird der Wolf den Schnee fressen“¹⁾, sagen die Menschen, die das wahrnehmen und sie haben Recht. Der Wolf ist der Föhn. Wie wenn Wuotan, der vom wüthenden Heere begleitete Nachtreiter, die Winterriesen verjagt, so jagt der Sturm heulend durch die Lüfte, dass die Giessbäche brausend zu Thal stürzen, die Lawinen donnernd in die Tiefe stäuben und unter seinem erlösenden Hauch der Winter wie durch Zauberschlag in den Frühling sich verwandelt.

Dass übrigens der Föhn nicht nur zur Zeit des Frühlings, sondern auch des Herbstäquinoctiums derartige Licht- und Farbenerscheinungen bei seinem Nahen hervorruft, wird durch eine Beobachtung bestätigt, die wir einer interessanten Mittheilung von Hann über die *Witterungsverhältnisse und die Niederschläge vom 11. September bis 10. October 1868* entnehmen. Es heisst da:

„Lindau, 20. September. Gestern früh schon verkündete ein tiefblauer Himmel und eine prachtvolle Beleuchtung der fernen Gebirge in Verbindung mit einer fast lästigen Hitze die Ankunft des Föhns, welcher sich in der Mittagsstunde zum heftigen Sturme steigerte. Die Pracht, welche dieses Naturschauspiel längs einer auf etwa achtzig Stunden Umgebung dem freien Auge sichtbaren Gebirgskette bietet, ist über alle Beschreibung erhaben; Hunderte von Berggipfeln scheinen in ihrem Glanze zu wetteifern und

¹⁾ „Questa notte il lupo mangerà la neve,“ sagen die Bewohner von Brusio im Puschlaw, wenn sie an milden Vorfrühlingsabenden die Anzeichen des nahenden Föhns wahrnehmen.

Coaz, I. c., p. 21.

Noë, deutsches Alpenbuch.

werden dennoch von den weit entfernten dem Auge tiefer scheinenden Riesen mit schneebedecktem Haupte übertroffen. Durch den Farbenreiz des Lufttons, das satte Blau der Berge mit jener feinen Nuance ins Violet, wodurch es sich so sehr von dem kalten transparenten Blau bei Nordwind unterscheidet, erinnert das Südostwetter besonders im Herbst auf der Nordseite der Alpen an die Schilderungen des Lufttons der Mittelmeerländer. Vielleicht sind die Ursachen dieselben: gleichmässig warme wasserdampfreiche und doch relativ trockene Luft“ ¹⁾).

Jedoch nicht blos die fernen Berge, auch näher liegende Gegenstände ändern beim Herannahen des Föhns ihre Färbung auffallend und die ganze Landschaft nimmt eine eigenthümliche Beleuchtung an, die selbst in nordwärts gelegenen Zimmern sehr deutlich wahrnehmbar ist. Allmählig aber verliert sich dieses magische Colorit, die Farben werden matter und erbleichen zusehends, die Umrisse verlieren ihre Schärfe und verschwimmen in einander; es tritt eine unverkennbare Trübung in der Atmosphäre ein und dieselben Dinge, die soeben noch, von den schärfsten Contouren umsäumt, in der lebhaftesten Färbung dastanden, erscheinen nunmehr matt, glanzlos und verschwommen, wie wenn man durch röthliches Rauchglas auf sie blickte. Diese anfängliche Durchsichtigkeit der Atmosphäre beim Nahen des Föhns, welche bewirkt, dass meilenweit entlegene Gegenstände kaum ferner erscheinen als Dinge, die sich in unmittelbarster Nähe befinden, und ihre später erfolgende Trübung müssen um so auffallender erscheinen, als dies genau dieselben Erscheinungen sind, welche man wahrnehmen kann, wenn ein regenbringender Wind im Anzuge ist, während der Föhn, wie im nächsten Abschnitt des Näheren nachgewiesen wird, bei seinem ersten Auftreten an der Nordseite der Alpen ein vorwiegend trockener Wind ist, der wässerige Niederschläge erst als Folgeerscheinungen nach sich zieht.

Beide Erscheinungen und ihr rascher Wechsel werden von Blotnitzki dadurch erklärt, dass er annimmt, die auffallende Durchsichtigkeit der Luft werde hervorgerufen durch ihre zunehmende Erwärmung und die daraus hervorgehende weit

¹⁾ Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., I, p. 269 u. 270 und III, p. 515, Anm.

beträchtlichere Zertheilung der in ihr enthaltenen Dampfbläschen; die bald darauf folgende Trübung der Atmosphäre aber entsteht dadurch, dass die vom Föhn erzeugte starke Austrocknung der Luft die zahllosen stets in ihr schwebenden organischen Bestandtheile rasch ihrer Feuchtigkeit und damit auch ihrer Durchsichtigkeit beraube, so dass sie nun als feiner Staub die ganze Atmosphäre erfüllen und sie trübend alle Gegenstände in einen röthlich gelben Schleier gehüllt erscheinen lassen.

Auf diese Theorie Blotnitzkis¹⁾ liesse sich vielleicht auch ein anderes optisches Phänomen zurückführen, das von Heim in einer Mittheilung über *Lichterscheinungen der Atmosphäre im Gebirge*²⁾ als ein noch unerklärtes besprochen wird, möglicherweise aber mit dem Föhn in Causalnexus steht, während der genannte Gewährsmann einen solchen ursächlichen Zusammenhang ausdrücklich in Abrede stellt.

„Wenn wir“ — so sagt er — „von einem Gipfel der Central- oder Ostalpen — Titlis, Tritthorn, Tödi — die Walliser Alpen sehen, so fällt jedem sogleich auf, dass diese Hörner einen ziemlich stark schmutzig gelben bis röthlichen und meist trüben Farbenton zeigen, durch den sie sich sehr auffallend abheben, besonders wenn sie über näheren rein weissen Schneegräten ihre Häupter zeigen. So erscheint das Walliser Weisshorn vom Tritthorn intensiv gelbröthlich hinter dem rein weissen Griesgletscher. Während am frühen Morgen die Gluth der ersten Sonnenstrahlen auf den höchsten Gipfeln schwindet und die Schneescheitel ringsum nach und nach das reinste Weiss annehmen, geht die rothe Färbung bei den Walliser Alpen nach und nach ins Gelbe über. Etwa drei Viertelstunden, nachdem die Sonne jenen Schneekämmen aufgegangen ist, haben sie ihre eigenthümliche Farbe angenommen und diese bleibt sich den ganzen Tag gleich. Die Stellung der Sonne scheint also ohne leicht merklichen Einfluss zu sein. Ich hatte im Sommer 1868 in der zweiten Hälfte Augusts Gelegenheit acht Tage lang bei den verschiedensten Witterungsverhältnissen vom Tritthorn diese Färbung zu beobachten und da zeigte sich, dass die Witterung gar keinen Einfluss geübt hat. Bei Föhnsturm,

¹⁾ Blotnitzki, l. c., p. 9.

²⁾ Jahrbuch des Schweizer Alpenclubs, V, p. 512.

bei Nordwind, bei allgemein bewölktem Himmel, bei herumstreichenden Nebeln, unter Regenschauern wie bei ganz klarer Luft, wenn immer und zu welcher Tageszeit eines jener Walliserhörner sich zeigte, so war es in der stets gleichen röthlich gelben Färbung. Dass dies allgemein und Jahr aus Jahr ein so sei, darf indessen aus blos zwei Beobachtungstagen, die auf zwei Wochen sich vertheilten, von einem Punkte aus noch nicht geschlossen werden. Die etwas näher gelegenen Gräte zeigten dem Auge keine Annäherung an diese Färbung und die Walliseralpen waren die einzigen, von denen sie beobachtet werden konnte. Daraus schloss ich damals, dass die Entfernung keinen oder nur sehr geringen Einfluss auf die Erscheinung habe und dass sie jener Gipfelgruppe eigenthümlich sei.“ Auf Grund weiterer theils eigener, theils fremder Beobachtungen aber, die zusammen von einundzwanzig Standpunkten aus gemacht und tabellarisch zusammengestellt wurden, gelangte unser Gewährsmann später zu dem Ergebniss, dass die besprochene Erscheinung immer nur unter folgenden Umständen sich zeige:

1. Der Beobachter muss einen hohen Standpunkt haben; von Höhen unter 2000 m ist die Erscheinung bisher noch nicht beobachtet worden. Je höher der Standpunkt, desto deutlicher tritt sie auf.

2. Die betreffende Färbung ist nur an hohen Gipfeln zu sehen, an solchen, die weit in die Schneeregion hineinragen und schneebedeckt sind. An Felswänden ist sie natürlich nur undeutlich zu sehen; je grösser aber der Schneecomplex, desto deutlicher, obgleich sie kaum durch letzteren bedingt wird.

3. In südlicher und südwestlicher Richtung muss ein Gipfel über 17 Schweizerstunden von einem Beobachter, der 2000 bis 3000 m hoch steht, entfernt sein; in ganz westlicher Richtung muss die Entfernung mehr als 21, in nordwestlicher noch mehr betragen, damit die gelbliche Farbe erkennbar wird. An Punkten in östlicher und an Punkten in nördlicher Richtung ist sie noch nie bemerkt worden. Aus den vorliegenden Notizen liess sich namentlich die Entfernungsbedingung in südlicher Richtung mit grosser Sicherheit bestimmen. Bei nur 16 Stunden Entfernung ist keine Spur von der Färbung bemerkbar, bei 18 Stunden ist sie schon ganz auffallend. Steht man in einer Höhe von über

4000 m, so ist sie an ähnlich hohen Gipfeln in westlicher Richtung unter Umständen schon in 16 Stunden bemerkbar.

4. Es scheint, als gehe diese Farbe mit wachsender Entfernung vom schwach Röthlichgelben sehr allmählig ins Gelbrothe über, jedenfalls wächst sie an Intensität mit der Entfernung.

Diese eigenthümliche Färbung beschränkt sich übrigens keineswegs bloß auf die Walliser Alpen, sondern ist auch in anderen Gebieten des Hochgebirges wahrzunehmen. Von den Höhen Unterwaldens gesehen erscheinen z. B. auch die im Südosten aufragenden Eisgebirge des Berner Oberlandes nicht in weissem, sondern entschieden goldgelbem Lichte ¹⁾, das besonders intensiv hervortritt, wenn der Föhn von der Grimsel her im Anzuge ist. Ob jedoch dieser Wind wirklich die Ursache jener eigenthümlichen Färbung der höchsten Schneegipfel ist, lässt sich zur Stunde noch nicht constatiren; es muss vielmehr weiteren Beobachtungen anheimgestellt bleiben, hierüber Licht zu verbreiten.

Sicherer als bei der eben besprochenen Erscheinung ist ein ursächlicher Zusammenhang mit dem Föhn nachweisbar bei einem anderen optischen Phänomen, das mit zu den sichersten Vorzeichen des herannahenden Föhns gehört und fast immer beobachtet werden kann, wenn dieser Wind im Anzuge begriffen ist. Es ist dies die starke scheinbare Erhöhung der südlichen Gebirge durch Vermehrung der terrestrischen Refraction. Diese Refraction oder Brechung des Lichts bewirkt, dass entfernte Gegenstände in grösserer Höhe über dem Horizont eines bestimmten Standpunkts sich zu befinden scheinen, als sie thatsächlich sind. So kann z. B. die Sonne für einen bestimmten Ort noch über dem Horizont zu stehen scheinen, während sie in Wirklichkeit für denselben bereits untergegangen ist. Der Gipfel eines Berges oder ein anderer sehr entfernter Gegenstand kann auf diese Weise durch die Lichtbrechung noch sichtbar werden, während er es ohne dieselbe nicht mehr sein würde. Die grössere oder geringere Stärke dieser Lichtbrechung hängt von der ungleichen Erwärmung der verschiedenen in ungleicher Höhe über der Erdoberfläche befindlichen Luftschichten ab. Je bedeutender die Abnahme der Lufttemperatur von unten nach oben, desto schwächer ist die Lichtbrechung;

¹⁾ Christ, ob dem Kernwald, p. 14, 58 u. 145.

je schwächer dagegen jene Wärmeabnahme, desto stärker ist die terrestrische Refraction. Noch mehr gesteigert aber wird die letztere, wenn statt der Abnahme der Wärme mit der Zunahme der Höhe, wie solche im Allgemeinen bei normalem Zustande der Atmosphäre beobachtet wird, durch irgend welche Witterungsanomalieen eine Zunahme der Lufttemperatur in der Richtung von unten nach oben herbeigeführt wird. Während also die scheinbare Höhe eines entfernten Gegenstandes durch die Krümmung der Erde vermindert wird, wird dieselbe durch die Brechung der Lichtstrahlen im Luftkreise vergrößert. Der Einfluss, den diese Brechung des Lichts auf die scheinbare Erhebung eines entfernten Gegenstandes über den Horizont ausübt, wird schon wahrnehmbar durch die verschiedene Erwärmung der Luft, die der Wechsel der Tageszeiten hervorruft. Betrachtet man z. B. die Spitze eines hohen sehr entfernten Berges, der etwa 6 bis 9 m über eine Anhöhe aufragt, die nicht weiter als eine Viertelstunde vom Standort entfernt ist, so wird man bei sorgfältiger Beobachtung wahrnehmen, dass schon im Laufe des Frühlorgens oft von Minute zu Minute Aenderungen in der scheinbaren Erhebung der fernen Bergspitze über die nahe gelegene Anhöhe Statt finden. Unmittelbar nach Sonnenaufgang steigt gewöhnlich das Bild des Berges eine Zeit lang in die Höhe und sinkt dann meist ruckweis bis zum Nachmittage, um sich gegen Sonnenuntergang wieder zu erheben.

In einem lehrreichen Aufsatz *über die klimatischen Verhältnisse auf hohen Berggipfeln* ¹⁾, in welchen angegeben wird, wie man bei solchen Beobachtungen zu verfahren hat, und gleichzeitig gezeigt wird, wie auf diese Weise mittels der terrestrischen Refraction die auf hohen Berggipfeln herrschende Temperatur von der Tiefe aus annähernd bestimmt werden kann, theilt Denzler einige interessante Ergebnisse seiner diesbezüglichen Beobachtungen mit. Von seiner Wohnung bei Eglisau aus beobachtete er vom October bis December des Jahres 1841 die Veränderungen in der scheinbaren Höhe des etwa 95 km von seinem Standpunkt entfernten Bristenstockes. Das Bild einer scharfen Gipfecke und einer leicht kenntlichen Felspartie des genannten Berges machte

¹⁾ Jahrbuch des Schweizer Alpenclubs, III, p. 523.

während dieser Zeit an der Stange, die dem Beobachter als Höhen-scala diente, Bewegungen bis zu $0,732$ m. Nach genauer Berechnung entsprachen $0,026$ m $5\frac{1}{2}$ Bogensekunden, also die scheinbare Bewegung auf- und abwärts im Ganzen 154 Bogensekunden. Die einzelne Beobachtung war auf 2 bis 3 Sekunden sicher. Da die Stange 80 mal näher war als der Berg, so hatte die scheinbare Höhe des letzteren während dieser ganzen Zeit um 80 mal $0,732$ m, also um $70,304$ m sich geändert. Die stärkste tägliche Variation, welche während dieser ganzen Zeit in der scheinbaren Höhe des Berges beobachtet wurde, fand am 14. December statt. An diesem Tage wehte heftiger Föhn, der die oberen Luftschichten stark erwärmte und dadurch die terrestrische Refraction der Art erhöhte, dass die Aenderung in der scheinbaren Erhebung des Bristenstocks an diesem einen Tage nicht weniger als $35,780$ m betrug.

Im Sommer, wo einestheils der Föhn im Allgemeinen seltener und weniger intensiv auftritt und anderentheils die durch ihn hervorgerufene Differenz in der Temperatur der oberen und unteren Luftschichten nur eine geringe sein kann, weil zu dieser Zeit die Atmosphäre auch in den unteren Schichten erwärmt ist, tritt diese Erscheinung weniger auffallend zu Tage als im Winter und namentlich im Vorfrühling, wo die unteren Regionen der Luft kalt sind, während die oberen durch den Föhn plötzlich stark erwärmt werden und so eine Umkehrung der normalen Erwärmungsverhältnisse erzeugt wird, welche Mühry mit dem Namen *Hypso-pleothermie*¹⁾ bezeichnet.

Hieraus erklärt sich denn auch die Richtigkeit der vielfach in Zweifel gezogenen Thatsache, dass beim Nahen des Föhns nicht nur die ganze Kette der Alpen höher und imposanter erscheint als bei gewöhnlichen Witterungsverhältnissen, sondern auch Berggipfel, die bei normalem Zustande der Atmosphäre nicht sichtbar sind, über den maskirenden Vorhöhen plötzlich auftauchen, wenn der Föhn im Anrücken begriffen ist.

So erhebt sich z. B. der Bristenstock, der von Zürich aus gesehen nur mit der höchsten Spitze in der Einsattelung des Rossberges aufragt, merkbar höher über diese Senkung, wenn der

¹⁾ Mühry, zur orographischen Meteorologie; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., III, p. 219.

Föhn vom Gotthard her im Anzuge ist, und der Titlis, der bei normalen Witterungsverhältnissen von demselben Standpunkt aus gar nicht sichtbar ist, kommt dann über dem langgestreckten Rücken der nahen Albiskette plötzlich zum Vorschein. Auf diese durch den nahenden Föhn gesteigerte terrestrische Refraction und nicht blos auf die von ihm hervorgerufene Durchsichtigkeit der Luft ist es denn auch ohne Zweifel zurückzuführen, wenn Schwab auf dem Dreifaltigkeitsberge bei Spaichingen nicht nur die Alpen des Bernerobersandes, sondern auch die dahinter liegenden Gipfel des Aletschhorns, des grossen Nesthorns, ja selbst des Matterhorns und des Montblanc erblicken konnte, und wenn auf Höchenschwand im badischen Schwarzwald nicht nur die Pigno de l'Arolla im südwallisischen Héremencethale in der Passlücke der Gemmi deutlich erkennbar wird, sondern auch das Weisshorn bei Randa und die Gipfel der Mischabelgruppe über die maskirenden Vorhöhen der berner Grenzalpen aufragen.

So werden die schneebedeckten Bergspitzen der Hochalpen selbst zu natürlichen Wettersignalen, die, durch ungleiche Lichtbrechung gehoben, plötzlich über den tannengrünen Höhen des Vorhügellandes pharusartig emportauchen und, weithinaus leuchtend über die umliegenden Länder, den Menschen, die sie bewohnen, das Nahen des Sturmes verkünden.

In die Reihe der optischen Erscheinungen, die das Herannahen des Föhns verkünden und auf Veränderungen im Zustande der Atmosphäre hindeuten, gehört auch das eigenthümliche Flimmern der Sterne, welche wie Fackeln hin und her flackern, der matte strahlenlose Glanz der Sonne, die, wie durch Rauchglas gesehen, einer orangefarbenen Glaskugel gleicht, die keinen Schatten zu werfen vermag, und das bleiche Licht des Mondes, der bisweilen von einem schwach gefärbten Hofe umgeben ist.

Lusser charakterisirt in seinen *Beobachtungen über den Föhnwind* ¹⁾ die Vorzeichen des Föhns im Allgemeinen richtig wie folgt: „Die Sonne ist bleich, der Mond hat einen meist farbigen Hof, ferne Gegenstände sind wie in Flor gehüllt, die Sterne funkeln wie im Winde flatternde Lichter, Sternschnuppen durch-

¹⁾ Meissners naturw. Anzeiger d. allgem. schweiz. Ges. f. d. gesammten Naturwissensch.; III, No. 10, 1820, p. 75.

kreuzen die Luft, die Ausdünstungen der Erde bilden Landrauch, der je näher der Erde, desto dichter ist. Der Rauch aus den Schornsteinen will bei anscheinender Windstille nicht in die Höhe steigen, es schlagen sich an einzelnen Stellen des Dunstkreises, nah an der Nordseite von Gebirgen, Dünste nieder, so dass plötzlich grössere oder kleinere Nebel entstehen, die sich heftig bewegen, plötzlich verschwinden, wieder bilden und wieder verschwinden und dies Spiel so lange fortsetzen, bis der Föhn mit voller Kraft einbricht. Es herrscht dabei eine grosse Ungleichheit der verschiedenen Luftsäulen sowohl in Bewegung als Temperatur, so dass, wenn man auf einer gleichförmigen freien Ebene wandelt, man lange nicht die geringste Bewegung der Luft wahrnimmt, plötzlich aber bald kühl, bald warm angehaucht wird; auch sieht man häufig die Blätter eines Baumes in starker Bewegung, während die eines nahestehenden gleichartigen Baumes völlig ruhig sind, und häufig trifft man Luftsäulen, die so auffallend wärmer als die anderen sind, dass es sich verhält, wie wenn man aus einer Halle in eine geheizte Stube und sogleich wieder in eine Halle tritt. Im Ganzen ist die Temperatur sehr erhöht; das Thermometer steigt, dagegen fällt das Barometer bedeutend; sie bleibt auch Tag und Nacht fast unverändert, so dass alle im Dunstkreise verbreiteten Feuchtigkeiten expansibel bleiben und somit kein Thau erfolgt, selbst an den kältesten Körpern nicht. Kurz vor dem völligen Eintritt des Föhns kommt gewöhnlich Nordwind (in diesem Fall hier *Föhnenbise* genannt); wenn er auch auf der Erde und in der Tiefe nicht fühlbar ist, so fehlt er doch nie in höheren Regionen; man kann sein schrittweises Zurückweichen vor dem Föhn deutlich an den Nebeln bemerken, die mit ihm vor dem Föhne weichen und da, wo die Winde auf einander stossen, oft hoch aufgethürmt werden. Recht oft kann man hier diesen Kampf beobachten, besonders im Frühling und Herbst, wo fast immer Nebel um die Berge ziehen.“

Wenn das von Lusser als Vorzeichen des Föhns erwähnte Fallen von Sternschnuppen wohl nur als eine zufällige Erscheinung anzusehen ist, die kaum in einem ursächlichen Zusammenhang mit dem Nahen dieses Windes stehen dürfte, so lässt sich dagegen das nicht in Abrede stellen, dass eine trockene Trübung der Atmosphäre ähnlich der, wie sie in Nord- und Mitteldeutschland,

bisweilen sogar bis an den Fuss der Alpen durch *Moor-* und *Höhenrauch*, in Italien und Sicilien durch den *Scirocco*, auf der iberischen Halbinsel durch den *Leveché* und die *Calina*, auf Madeira und den Canaren durch den *Leste*, in der Sahara durch den *Samum*, in Egypten durch den *Chamsin* hervorgerufen wird, dem Föhn der Alpenländer nicht selten vorausgeht ¹⁾. Diese trockene Trübung ist jedenfalls auch die Ursache jener eigenthümlichen optischen Erscheinungen, die, wie oben erwähnt, an Sonne, Mond und Sternen beim Nahen dieses Windes wahrzunehmen sind.

Nach Blotnitzki ²⁾ rührt diese trockene Trübung von dem Staube her, den der Föhn von den Moränen und Schuttkegeln der Alpen aufhebt und vor sich hertreibt. „Ich bemerkte — sagt er — dass dieser Staub immer die Farbe der Hauptmasse annimmt, aus welcher die Abhänge des Thales bestehen, das er durchweht. So zeigt er sich im unteren Bagnethale röthlich, im Visperthale gräulich. Diese Erscheinung, die wir übrigens in geringerem Masse bei jedem Winde auf unseren Strassen wahrnehmen, ist im Frühjahr weniger bemerklich, weil alsdann die Schuttkegel und Moränen noch mit Schnee bedeckt oder noch sehr feucht sind; sie ist indessen noch nicht genugsam aufgeklärt und bedarf noch weiterer Beobachtungen.“

Dass der Grund jener eigenthümlichen dem Föhn häufig vorausgehenden trockenen Trübung der Atmosphäre nicht immer blos, wie Blotnitzki will, auf rein örtliche Vorgänge zurückzuführen und in Staubmassen zu suchen ist, welche die stark bewegte Föhnluft erst im Gebiet der Alpenthäler emporhebt und mit fortführt, sondern dass diese Trübung unter Umständen durch viel allgemeinere weiter zurückliegende Ursachen hervorgerufen werden kann und zwar ganz besonders zu einer Zeit, wo jene von Blotnitzki als Staubherde bezeichneten Moränen und Schuttkegel der Alpen noch mit tiefem Schnee bedeckt sind, wird selbst

¹⁾ Zahlreiche Specialschriften, welche den Höhenrauch und die Calina, sowie die oben genannten Localwinde des Meditterrangebiets behandeln, finden sich verzeichnet in Hellmanns Repertorium der deutschen Meteorologie, Leipzig 1883.

²⁾ Blotnitzki, l. c., p. 10.

von Hann, einem der entschiedensten Gegner der Theorie vom saharischen Ursprung des Föhns, in neuerer Zeit ausdrücklich zugestanden. Er sagt: „Im Winterhalbjahr, wenn über dem Mittelmeer ein Gebiet relativ niedrigen Luftdrucks sich befindet, wird dasselbe der Schauplatz des Vorüberganges oder der selbstständigen Entwicklung zahlreicher Barometerminima und der dieselben begleitenden Cyklonen und Regengüsse. Die vorherrschenden Windrichtungen sind dann, wie dies bei der unregelmässigen Vertheilung des Luftdrucks erklärlich, in den verschiedenen Gebieten sehr verschieden; an den nördlichen Ufern sind nördliche Winde häufig und wehen oft mit grosser Heftigkeit; an den Südküsten und noch landeinwärts sind dann starke südliche Winde häufiger; Scirocostürme treten ein, heben den Staub der Wüsten in Massen in die höheren Schichten der Atmosphäre, der hierauf von den zuweilen nach Norden fortziehenden und selbst die Alpenkämme überschreitenden Cyklonen fortgeführt wird und unterwegs niederfällt, wie dies z. B. am 23. und 24. Februar 1879 der Fall war, wo zwei Cyklonen, von der algerischen Sahara kommend, das Mittelmeer durchkreuzten und die Alpen überschritten, dort ungeheure Schneefälle und Gewitter erzeugten und überall gelben Staub fallen liessen. Es ist jetzt so gut wie nachgewiesen, dass die Winter- und Frühlingsstürme Staub der Sahara namentlich über Süditalien, aber auch über Norditalien und die Alpenkämme ausstreuen. Hier tritt er dadurch, dass er den Schnee roth oder gelb färbt, noch viel auffallender hervor als im Süden“¹⁾.

III.

Akustische Phänomene.

Nicht minder merkwürdig und beachtenswerth als die soeben besprochenen optischen Phänomene, die dem Föhn voraufgehen, sind die akustischen Erscheinungen, die sein Nahen verkünden. Schon Ebel hat dieselben beobachtet. Er sagt in seiner Zusammenstellung der Föhnzeichen²⁾: „Klang und Schall sehr ringhörig in allen Richtungen. Annäherung der sicht- und hörbaren Gegen-

¹⁾ Hann, Handbuch der Klimatologie, Stuttgart 1883, p. 433.

²⁾ Denzler, über die Erscheinungszeiten und die Erkennung des Föhns; Mitth. d. naturf. Ges. in Zürich, II, 28. Zürich 1848.

stände scheinbar in gleichem Verhältniss.“ Auch neuere Beobachtungen haben bestätigt, dass die Fähigkeit der Luft, den Schall fortzupflanzen, namentlich in der Richtung von Süd nach Nord, durch den Föhn ausserordentlich erhöht wird.

Stundenweit dringt beim Nahen dieses Windes das Brausen entfernter Giessbäche und Wildwasser durch die stille Luft, die noch ruhig und unbewegt über Thal und Bergen brütet. Es mischt sich mit dem melodischen Geläut der Herdenglocken, das heller und klarer als sonst von den fernen Matten klingt. Dazwischen tönt von Zeit zu Zeit voll und sonor der Stundenschlag einer Thurmuhre oder das Glockengeläut einer entlegenen Dorfkirche, das sonst niemals gehört wird, weil der Ort, wo sie steht, jenseits eines hohen Bergrückens in einem ganz anderen Thale liegt ¹⁾; manchmal auch vernimmt man das Bellen eines Hundes, der in einer tief zu Füssen liegenden Ortschaft seine Stimme erschallen lässt, oder den Schuss eines unsichtbaren Waidmanns, der in entlegenen Jagdgründen der Spur des Wildes folgt, den hell-aufschmetternden Jauchzer eines Senners, der aus schattigen Klüften bricht wie ein klingender Strahl und gleich darauf von noch lauterem Jubel beantwortet wird, oder das dumpfe Donnern von Lawinen, die, vom lauen Hauch des nahenden Föhns gelöst, an stundenweit entfernten Schneebergen niederstürzen. So kann man, wenn der Föhn im Anzuge ist, auf dem Calanda ²⁾ nicht nur das Geläut der Kirchenglocken und das Schlagen der Uhren in Chur, sondern auch die Signale der unweit der Stadt exercirenden Truppen vernehmen, während von der anderen Seite her das Brausen der tief unten fliessenden Tamina deutlich heraufdringt.

Auf dem Gipfel der grossen Mythe ³⁾ hört man bei Föhnwetter nicht nur das Läuten der Glocken von Schwyz und den zahlreichen umliegenden Ortschaften, sondern auch das Bellen der Hunde, ja selbst das Knarren der Wagenräder in den Gassen von Schwyz und die leis am Berghang emporziehende Föhnluft bringt

¹⁾ Heim, Lichterscheinungen der Atmosphäre im Gebirge; Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, V, p. 536.

²⁾ Ibid., p. 538.

³⁾ Ibid., p. 537.

beständig ein dumpfes Summen aus der Tiefe herauf, das vom Morgen bis zum Abend nicht verstummt.

Während das Donnern der Lawinen und Gletscherbrüche, die nicht nur im Winter und zur Zeit der frühjährlichen Schneeschmelze, sondern auch im Hochsommer zu gewissen Stunden des Tages an den Felsbastionen der Jungfrau sehr häufig sich bilden, schon in ihrer unmittelbarsten Nähe am Grunde des tief eingeschnittenen Lauterbrunnerthales nicht mehr vernehmbar ist, wird es beim Nahen des Föhns, der nicht nur die Bildung von Lawinen durch Erwärmung der oberen Luftschichten ausnehmend begünstigt, sondern auch das Getöse ihres Sturzes hoch über die Thäler hinweg weit ins nördliche Hügelland hinausträgt, sowohl auf dem Hohgant, der in einem gradlinigen Abstände von 29 km von der Jungfrau bis zu 2199 m sich erhebt, wie auch auf dem Scheibengütsch, der 2040 m hoch und noch um 3 km weiter von ihr entfernt ist, mit grosser Deutlichkeit vernommen.

Hieraus erklären sich denn auch in der einfachsten und natürlichsten Weise eine Menge jener anscheinend wunderhaften und unbegreiflichen Erscheinungen, welche in den schweizerischen Naturmythen von Sturmthieren und Wetterherren eine so hervorragende Rolle spielen und von dem naiven Sinn der Gebirgsbewohner auf Geisterspuk und Einwirkung allerlei übernatürlicher Mächte zurückgeführt werden, weil sie die wahren Ursachen jener Erscheinungen nicht kennen und sie nicht zu deuten wissen.

Im Patois des Waadtlandes heisst *vaud* der wilde Jäger und der aus dem Wallis über den Genfersee hereinbrechende merkwürdigste Wind des Waadtlandes ist der gefürchtete *vaudaire* ¹⁾ oder Föhn. Das ist Wodan, der wilde Jäger der nordischen Mythe, der, vom wüthenden Heere begleitet, die Winterriesen verjagt und in den Naturmythen der schweizerischen Gebirgsvölker als schneefressendes Sturmthier erscheint. Wenn das Wetter umschlagen will, hört man wohl auf mehrere Stunden weit vom ~~Enzloch~~ ^{Enzloch} her ein gewaltiges Donnern und Krachen, als ob man mit Kanonen schiesse. Nach dem Volksglauben rührt dieses Krachen von den Felsblöcken her, welche die Thalherren aus der

¹⁾ Rochholz, Naturmythen; Leipzig 1862, p. 4.
Dufour, l. c., p. 2.

Tiefe heraufwälzen müssen, die aber immer wieder donnernd hinabfahren.

Im Hintergrunde des Habkerenthales am Fusse der südwestlich vom Hohgant sich erhebenden Sohlflüh liegt ein grosses Karrenfeld, das aus Rudistenkalk besteht und von den Hirten am Thunersee das *Seefeld* genannt wird. Hier soll der Sage nach einst eine volkreiche Stadt gestanden haben, die wegen Sündhaftigkeit ihrer Bewohner zu Grunde ging. Seitdem treiben hier nach dem Volksglauben Geister und Gespenster ihr Wesen und fechten von Zeit zu Zeit ihre Kämpfe mit einander aus. Ohne dass eine Wolke am Himmel steht, ertönt dann plötzlich ein seltsames Knattern und Knallen in der oberen Luft und aus weiter Ferne her schallt es wie das Pelotonfeuer grosser Kriegshaufen, dem sich dumpfe Kanonenschläge beimengen. Das schweizerische Landvolk nennt das die *Musterung auf Seefeld* ¹⁾; die Fremden aber, die das seltsame Getöse vernehmen, schreiben es in der Regel den Schiessübungen der Bergartillerie zu.

Es unterliegt gar keinem Zweifel, dass wir es hier mit einem akustischen Phänomen zu thun haben, das von der dem naiven Volksglauben entstammenden Naturmythe auf Einwirkung übernatürlicher Kräfte zurückgeführt wird, thatsächlich aber auf ganz natürlichen Ursachen beruht und sich sehr einfach durch die auf die oben mitgetheilten Beobachtungen sich stützende Annahme erklären lässt, dass jenes aus den oberen Luftschichten herabdringende Getöse nichts anderes sein kann als das Donnern der im Hochgebirge vom lauen Hauch des anrückenden Föhns gelösten Lawinen, das von dem leisen noch hochziehenden Luftstrom weit hinaus ins nördliche Vorland der Alpen getragen wird.

Auf dieselbe Weise erklärt sich auch eine andere ganz ähnliche akustische Erscheinung, welche selbst im schweizerischen Flachlande, namentlich an schwülen Herbsttagen, aber auch mitten im Winter und gegen den Vorfrühling hin von Zeit zu Zeit wahrgenommen wird. „Unter blauem Himmel liegt das Land ringsum. Weit in die Schneegebirge hinein lässt die Heiterkeit der Luft die einzelnen Firnen und Hörner genau überzählen.

¹⁾ Rochholz, l. c., p. 15.

Wyss, Reise in das Berner Oberland; Bern 1816 u. 1817, p. 301.

Alle Winde schweigen. Da plötzlich erhebt sich ein Dröhnen wie von fernem Geschützdonner. Aber Niemand vermag weder Ort noch Zweck anzugeben, wo und warum die Schüsse abgefeuert werden. Sie scheinen näher zu kommen. Schlag auf Schlag folgt. Allein von dem Luftdruck, den das Abfeuern schweren Geschützes verursacht, ist nicht das Geringste wahrzunehmen. Dann zieht sich die Kanonade weit hinab am Horizont. Jetzt schallt sie aus der Bergkette des Entlebuch heraus oder aus den noch entfernteren Urnergebirgen. Doch wie sollten in diese Fels- und Eisschluchten ganze Artilleriemassen kommen, wie dort sich ausbreiten können und auf wessen Befehl? — Man fängt an nachzurathen, in welchem Theile der Schweiz zu dieser Zeit Truppenzusammenzüge angeordnet sein könnten. Aber bald entsinnt man sich, dass jetzt nirgends ein Lager abgehalten wird, dass auch die Militärschule zu Thun um diese Zeit wieder leer steht. Mitunter nehmen die Detonationen auch eine bestimmtere Richtung an, als ob sie aus der Stadt Luzern kämen, oder gar jenseits des Waldstättersees aus dem Flecken Altorf. Sollten die Leute dort für eine Kirchenprocession oder ein Schützenfest soviel Pulver verschiessen? — Unmöglich! denn jene Feste sind eben jetzt auch dort nicht an der Zeit. Schlag auf Schlag folgen sich die Schüsse wie in einer hitzigen Attaque, oft auch fallen mehrere zugleich, dann aber nur in langen Zwischenpausen, wie wenn die eine Partei das Gefecht abbricht, sich zurückzieht und aus weiter Ferne her noch eine erfolglose Kugel verschwendet. Jetzt endlich findet der Aufhorchende auch ein unterscheidendes Merkmal heraus. Alle diese Detonationen beginnen nämlich mit einem kurzen dumpfen Vorgetöse, auf welches erst der eigentliche Knall folgt, während ein Kanonenschuss mit scharfem Schlag beginnt und mit dumpfem Nachrollen endet. In der Regel folgt dieser Erscheinung böses Unwetter mit Regen, der bisweilen alle Landstrassen unwegsam macht“.

Dieses von Rochholz ¹⁾ als geheimnissvoller Vorgang geschilderte Phänomen hat schon die abenteuerlichsten Hypothesen hervorgerufen. Die einen erklären jene Detonationen für eine Folge rascher atmosphärischer Luftzersetzung, die anderen führen sie auf örtliche Luftströmungen zurück, die in den Rissen und

¹⁾ Rochholz, l. c., p. 67—70.

Klüften der Schratten- und Karrenfelder plötzlich sich bilden sollen. Beide Erklärungen sind gleich unbefriedigend. Denn man weiss weder, was man unter jener Luftzersetzung bei wolkenlosem Himmel sich denken soll, noch ist es recht begreiflich, wie gerade in den Klüften und Rissen der Karren- und Schrattenfelder so intensive Luftströmungen sich bilden sollen, dass die durch sie hervorgerufenen Detonationen trotz der örtlichen Beschränktheit ihres Entstehungsherdess nicht nur über ganze Länderstrecken vernehmbar sind, sondern auch bald aus dieser, bald aus jener Richtung zu kommen scheinen.

Viel natürlicher ist dagegen auch hier die durch mehrfache Beobachtungen unterstützte Annahme, dass jene gewaltigen Detonationen nichts anderes sind als das Getöse der vom anrückenden Föhn im Hochgebirge gelösten Lawinen, das von dem noch schwachen Südstrom in den oberen Regionen der Atmosphäre fortgetragen wird und erst weit draussen im Flachlande mit dem allmählig sich senkenden Luftstrom zur Tiefe gelangt.

Mit dieser Annahme stimmen vollkommen überein nicht nur die in der obigen Charakteristik des Phänomens angegebenen Zeiten — schwüle Herbsttage, Winter und Vorfrühling — zu welchen dasselbe besonders häufig wahrgenommen wird, wie der gleichzeitige Zustand der Atmosphäre — stille Luft und wolkenloser Himmel — sondern auch die Art der Detonationen — kurzes dumpfes Vorgetöse, auf welches erst der eigentliche Knall folgt — welche genau dieselben sind, wie sie von stürzenden Lawinen hervorgerufen werden, endlich auch die Folgeerscheinungen — böses Wetter und Regen — die das Phänomen nach sich zu ziehen pflegt.

Wir stehen sonach keinen Augenblick an, diese überaus merkwürdige Erscheinung, welche unter dem Namen des *rothenburger Schiessens*¹⁾ dem schweizerischen Landvolk allgemein bekannt ist, von der Wissenschaft aber bisher weder genügend beachtet, noch befriedigend erklärt wurde, für eines jener charakteristischen Vorzeichen zu erklären, die das Herannahen des Föhns mit Sicherheit verkünden.

¹⁾ Rochholz, l. c., p. 67.

Zweiter Abschnitt.

Erscheinungsweise.

I.

Luftdruck.

Wenn es sich darum handelt, die Luftdruckverhältnisse zu ermitteln, die einen Sturm begleiten, so kommen besonders drei Gesichtspunkte in Betracht. Es gilt vor Allem die zeitlichen Schwankungen und die örtliche Vertheilung des Luftdrucks zu ermitteln, sodann die äussersten Grenzen festzustellen, bis zu welchem derselbe herabsinkt, und endlich das Verhältniss zu bestimmen, in welchem sein tiefster Stand zu dem Normaldruck des betreffenden Beobachtungsortes sich befindet. Nach diesen drei Hauptgesichtspunkten verfahren wir auch bei Betrachtung der den Föhn charakterisirenden Luftdruckerscheinungen und untersuchen im Nachstehenden an verschiedenen Fällen:

1. Die zeitlichen Schwankungen und örtlichen Abweichungen des Luftdrucks,
2. Die absoluten Minima,
3. Das Verhältniss der Minima zum Normaldruck.

*1. Zeitliche Schwankungen und örtliche Abweichungen
des Luftdrucks.*

Wegen der engen Beziehung, in welcher Wind und Luftdruck zu einander stehen, ist es von ganz besonderer Wichtigkeit, die Schwankungen des letzteren während der Dauer einer Föhnperiode zu ermitteln. Bei der geringen räumlichen Ausdehnung der Schweiz und der grossen Geschwindigkeit des Föhns wäre es sehr wünschenswerth von den Föhnstationen zum mindesten stündliche Beobachtungen zu haben, am besten solche, die durch selbst-registrirende Apparate gewonnen werden, um jene Luftdruckschwankungen mit einiger Sicherheit bestimmen zu können. Die Beobachtungen, die mit Ausnahme von Bern bisher auf allen Stationen täglich nur dreimal um 7 h am, um 1 h und 9 h pm vorgenommen wurden, sind nicht zahlreich genug und liegen zeitlich

zu weit aus einander, um ein klares Bild von den den Föhn begleitenden Luftdruckschwankungen zu geben. Indessen lassen sich doch auch aus ihnen einige für die Theorie des Föhns wichtige Schlüsse ableiten, zumal wenn man den Blick über die Grenzen der Schweiz hinaus wirft und die gleichzeitigen im übrigen Europa sich abspielenden meteorologischen Ereignisse in Vergleichung zieht, was an der Hand des *Bulletin international* recht wohl möglich ist.

Wir untersuchen daher im Nachstehenden einige Föhnfälle etwas genauer auf den sie begleitenden Luftdruck hin und wenden uns zunächst zu den Schwankungen und Abweichungen des Luftdrucks bei dem vielbesprochenen Föhn vom 23. September 1866, der als charakteristischer Typus eines gut entwickelten Herbstföhns gelten kann und von Dufour¹⁾ ausserordentlich sorgfältig und gewissenhaft behandelt worden ist in einer Monographie, die zu dem Besten gehört, was bis jetzt über den Föhn geschrieben wurde, und auch dem vorliegenden Versuch sehr schätzenswerthes Material geliefert hat.

Am 20. September 8 h am war der Luftdruck auf den meisten schweizerischen Stationen im Norden der Alpen um 4 bis 5 mm unter dem Mittel; noch schwächer war der Druck über Italien, besonders aber über dem Norden Europas, namentlich Schottland, wo er nahezu 12 mm unter dem Mittel stand. Diese Luftdruckverhältnisse, welche im Wesentlichen schon am 19. dieselben gewesen waren, erlitten im Laufe des 20. keine merkbare Aenderung. Erst in der Nacht vom 20. zum 21. begann die Druckverminderung, welche dem Föhnsturm vom 23. voraufging. Sie nahm ihren Fortgang in der Weise, dass das Minimum des Luftdrucks auf den meisten Stationen am 23. eintrat. Von diesem Tage ab nahm der Luftdruck allmählig wieder zu und erreichte am 26. und 27. wieder seine normale Höhe. Um zu zeigen, wie die Luftdruckverhältnisse der drei eigentlichen Föhntage dieser Periode — 22., 23. und 24. — von denen der drei vorangehenden — 19., 20. und 21. — und der drei nachfolgenden föhnfreien Tage — 25., 26. und 27. — differiren, sind in nachstehender Tabelle die Barometerbeobachtungen der wichtigsten Stationen des schweize-

¹⁾ Dufour, l. c.

rischen meteorologischen Netzes nach Dufour in der Weise zusammengestellt worden, dass unter A die mittleren Barometerhöhen der föhnfreien Tage, die der Föhnperiode vorausgingen — 19., 20. und 21. — sowie der drei föhnfreien Tage, welche ihr nachfolgten — 25., 26. und 27. — zu stehen kommen, unter B die mittleren Barometerhöhen der drei Föhntage — 22., 23. und 24. — unter C aber die positiven oder negativen Differenzen zwischen A und B.

Beobachtungs- Station.	Seehöhe in m	Mittlerer atmosphärischer Druck in mm		
		A der 3 vorausgehenden u. der 3 nachfolgenden föhnfreien Tage.	B der 3 Föhntage.	C Differenz zwischen A u. B
Bern	574	713,6	705,6	8,0
St. Beatenberg	1150	666,0	660,0	6,0
Brienz	586	713,3	705,6	7,7
Affoltern	795	694,5	687,7	6,8
Zürich	480	722,2	714,3	7,9
Uetliberg	874	688,1	681,3	6,8
Glarus	473	721,5	714,5	7,0
Schwyz	547	715,4	708,5	6,9
Einsiedeln	910	686,4	680,1	6,3
Zug	429	726,9	718,7	8,2
Rigi	1784	617,3	613,0	4,3
Muri	483	722,1	714,2	7,9
Rathhausen	440	724,3	716,4	7,9
Stans	456	723,6	715,8	7,8
Engelberg	1024	676,1	670,2	5,9
Altorf	454	726,9	719,1	7,8
Andermatt	1448	643,7	641,2	2,5
St. Gotthard	2093	594,7	592,9	1,8
Faido	722	702,2	701,2	1,0
Bellinzona	229	743,1	742,9	0,2
Mendrisio	355	732,0	731,7	0,3
Castasegna	700	703,3	702,2	1,1
Brusio	777	697,5	697,6	— 0,1
Rosa-Bernina	1873	610,2	609,5	0,7
Sils	1810	616,4	615,7	0,8
Bevers	1715	623,9	622,9	1,0
Remüs	1245	659,3	657,8	1,5
Julier	2204	583,6	582,0	1,6

Beobachtungs- Station.	Seehöhe in m	Mittlerer atmosphärischer Druck in mm		
		A der 3 vorausgehenden u. der 3 nachfolgenden föhnfreien Tage.	B der 3 Föhnstage.	C Differenz zwischen A u. B
Stalla	1780	619,6	618,3	1,3
Splügen	1471	641,5	639,6	1,9
Bernardin	2070	596,8	595,4	1,4
Platta	1379	649,7	647,0	2,7
Thusis	706	702,1	698,5	3,6
Reichenau	597	711,9	708,1	3,8
Chur	603	711,3	707,1	4,2
Klosters	1207	662,4	659,2	3,2
Marschlin	545	716,9	712,1	4,8
Sargans	501	720,3	714,5	5,8
Altstätten	478	721,3	714,6	6,7
Trogen	885	687,8	682,1	5,8
St. Gallen	679	704,1	697,4	6,7
Frauenfeld	422	727,3	719,2	8,1
Schaffhausen	398	728,6	720,9	7,7
Zurzach	355	731,8	723,5	8,3
Basel	278	738,5	729,7	8,8
Solothurn	441	726,1	718,0	8,1
St. Imier	833	690,5	683,2	7,3
Bözberg	577	714,0	706,3	7,7
Pruntrut	430	723,6	715,2	8,4
Neuenburg	488	720,5	712,4	8,1
Chaumont	1152	665,9	659,5	6,4
Ste. Croix	1092	670,7	663,9	6,8
Dizy	588	712,4	704,3	8,1
Vuadens	825	693,5	686,4	7,1
Genf	408	728,4	719,5	8,9
Morges	380	730,3	721,9	8,4
Montreux	385	730,6	721,9	8,5
Bex	437	727,1	718,8	8,3
Martigny	498	721,2	715,1	6,1
Sion	536	717,9	712,0	5,9
Simplon	2008	601,6	599,6	2,0
St. Bernhard	2478	568,0	566,0	2,0
Grächen	1632	629,5	626,4	3,1
Gliss	688	704,6	701,1	3,5
Reckingen	1339	652,5	649,9	2,6

Um ferner die Aenderungen des Luftdrucks zu zeigen, die den Föhn vom 23. September 1866 begleiteten, sind die Curven der Luftdruckschwankungen für einige der wichtigsten meteorologischen Stationen Europas zusammengestellt worden. Aus ihnen ergibt sich sehr deutlich der Wellenschlag des Luftdrucks während dieser Föhnperiode. Die Curve von Bern stützt sich auf zweistündige, die von Genf auf acht tägliche Beobachtungen, die von Greenwich dagegen nur auf sechs tägliche Beobachtungen mit je vierstündigen Zwischenräumen; die Curven von Palma und Lissabon sind mit Hilfe der Tagesmittel entworfen; die der übrigen Stationen beruhen auf drei täglichen Beobachtungen ¹⁾.

Ausser der schon oben berührten Thatsache, dass der am 23. September in der Schweiz herrschende Föhnsturm mit einer Verminderung des Luftdrucks zusammenfiel, die sich mehr oder weniger auf allen Stationen nordwärts der Alpen bemerkbar machte, dass das Fallen des Barometers im Allgemeinen mit dem 19. oder 20. begann, bis zum 23. seinen Fortgang nahm und dass, nachdem an diesem Tage der atmosphärische Druck sein Minimum erreicht hatte, er bis zum 26. und 27. allmählig wieder zunahm, ergibt sich aus dieser Tabelle Folgendes. Die Luftdruckveränderung, die auf allen Stationen beobachtet wurde, wo der Föhn geherrscht hat, gleicht ganz und gar der, die sich fast gleichzeitig im Westen und Nordwesten Europas zeigte. Es ergibt sich dies mit unzweifelhafter Gewissheit, wenn man den Gang des Barometers in Lissabon, Palma, Lyon, Bordeaux, Paris, Greenwich, Brüssel, München etc. mit den Bewegungen vergleicht, die er in den schweizerischen Bergthälern machte. Die Gestalt der Curven, die diesen Gang bezeichnen, ist im Allgemeinen dieselbe und alle zeigen eine fast gleichzeitige Verminderung des atmosphärischen Druckes über dem westlichen, nordwestlichen und mittleren Europa bis zu den Alpen hin. Ganz anders ist die Bewegung, die das Barometer während der gleichen Zeit im Süden der Alpen, namentlich in Italien macht. Die charakteristische Schwankung, von der eben die Rede war, ist hier wenig oder gar nicht zu verspüren. Selbst die dem Südfuss der Alpen sehr nahe gelegenen Stationen haben an dieser Bewegung so gut wie gar

¹⁾ Vergl. Tafel I und II (nach Dufour, recherches etc.)

keinen Antheil genommen. Der Gang des Luftdrucks zu Montreux, Martigny, Sion, Altorf, Glarus und Chur unterscheidet sich sehr bedeutend von dem zu Aosta, Bellinzona und Mendrisio beobachteten, obgleich die erstgenannten Stationen nur 50 bis 100 km von den letzteren entfernt sind. Dagegen gleicht der Gang des Barometers an jenen ersteren Orten im Allgemeinen durchaus dem, wie er zu München, Paris, Brüssel, Utrecht etc. beobachtet wurde — Orte, die alle um mehrere hundert Kilometer von jenen Stationen am Nordfuss der Alpen entfernt sind. Die Alpenkette scheint sonach zu jener Zeit in der Vertheilung des atmosphärischen Druckes eine Art Scheidewand ¹⁾ gebildet zu haben, die zwei gänzlich verschiedene Druckgebiete von einander trennte: ein Nordgebiet mit starker Luftdruckschwankung zwischen dem 10. und 25. September und ein Südgebiet mit fast gleichbleibendem Druck oder gar entgegengesetzter Bewegung des Barometers während der gleichen Zeit. Hieraus ergibt sich also, dass sich die meteorologischen Stationen des schweizerischen Beobachtungsnetzes hinsichtlich ihres Luftdrucks unter der Einwirkung einer grossen atmosphärischen Störung befanden, die sich im ganzen westlichen, nordwestlichen und mittleren Europa geltend machte und ohne Zweifel durch eine Depression im Nordwesten verursacht wurde. Mehr oder weniger heftige Südwestwinde herrschten während des 21., 22. und 23. September über dem Canal und dem nordwestlichen Theil des Festlandes und in allen diesen Gebieten fiel reichlicher Regen. Der Föhn vom 23. scheint sonach nur ein Theil eines grossen allgemeinen Sturmes zu sein, der, wahrscheinlich aus dem atlantischen Ocean kommend, von Westen über Europa hereinbrach. Zwar waren die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft, wie später noch genauer nachgewiesen werden soll, in den Thälern am Nordfuss der schweizer Alpen ganz andere, als sie zur gleichen Zeit über dem Canal und

¹⁾ Dove bestreitet es, dass die Alpen eine Wetterscheide bilden. Er sagt in seinem am 16. März 1863 gelesenen Bericht über den Einfluss der Alpen auf das Klima ihrer Umgebung (Monatsber. d. Kgl. Preuss. Akad. d. Wiss. z. Berlin a. d. J. 1863, p. 100): „Die Alpen bilden also nicht eine Scheidelinie zweier entgegengesetzter Witterungssysteme, sondern nur eine weiterhin sich wieder abgleichende Unterbrechung.“

an der Westküste Frankreichs beobachtet wurden, und es erscheint im ersten Augenblick schwierig, diese Differenzen mit einander in Einklang zu bringen; indessen die oben nachgewiesene auffallende Uebereinstimmung der Barometerbewegung innerhalb des ganzen mehrerwähnten Gebietes deutet doch unverkennbar darauf hin, dass der vom 22. bis zum 24. September am Nordfuss der Alpen herrschende Föhn nichts anderes war als ein Theil jener grossen atmosphärischen Störung, die ihre Wirkungen, wenn auch in ganz verschiedener Weise, so doch fast überall zur gleichen Zeit in einem grossen Theile Europas fühlbar machte.

Die Schwankung des Luftdrucks zwischen dem 21. und 23. September war in den hochgelegenen Stationen der Alpen merkbar geringer als in den nördlichen Thälern und über der schweizerischen Hochebene. Noch schwächer war diese Schwankung in den östlichen Theilen der Centralalpen, wie am Splügen, Julier und Bernina. Der Unterschied ist zu bedeutend, um sich einfach aus der Thatsache erklären zu lassen, dass, da der Gesamtdruck auf den höheren Stationen geringer ist, die Aenderung, der er unterliegt, auch geringer sein muss. Auf dem St. Bernhard z. B. beträgt der Luftdruck etwa vier Fünftel des Druckes über der schweizerischen Hochebene, während die Aenderung vom 21. bis 23. September hier nicht die Hälfte der in der schweizerischen Hochebene beobachteten erreichte. Es gewinnt sonach den Anschein, dass die Ursache, welche die Luftdruckveränderung hervorrief, nicht in gleicher Weise auf die ganze Luftsäule einwirkte. Sie war in den tieferen Luftschichten stärker als in den höheren und wenn die höhere Temperatur der Luftmassen es war, die die Verminderung des Gewichts der Luftsäule verursachte, so darf man annehmen, dass diese Erhöhung der Temperatur die oberen Schichten der Atmosphäre weniger berührt hat.

Vergleicht man die Grösse der barometrischen Bewegung von sehr entfernten zwischen Meer und Alpen gelegenen Stationen, so findet man in der Nähe des Meeres höhere Werthe. Im mittleren Deutschland, z. B. in Schopfloch, Stuttgart, München, Leipzig betrug die Aenderung 10 bis 15 mm, war also ziemlich gleich derjenigen, die auf dem schweizerischen Hochplateau beobachtet wurde. In Paris, Havre, Boulogne und Brüssel aber war sie entschieden bedeutender und betrug 15 bis 22 mm. Diese bedeutendere Amplitude

der barometrischen Bewegung ist übrigens keineswegs ein specielles Characteristicum des Sturmphänomens vom 23. September, sondern bei den meisten Weststürmen sinkt das Barometer weit mehr im Westen und Nordwesten Europas als in der Nähe der Alpen.

Eine genauere Untersuchung des Betrages der Schwankung und der Verminderung des Luftdrucks ergibt interessante That-sachen, wenn man verschiedene Thalstationen, die in zunehmenden Entfernungen von der Centralkette der Alpen liegen, hinsichtlich ihres Luftdrucks mit einander vergleicht. Man findet dann für die nachbenannten Stationen folgende Oscillationsamplituden:

Rhonegebiet:		Reussgebiet:		Rheingebiet:	
Simplon	5,1 mm	St. Gotthard	4,5 mm	St. Bernardin	3,9 mm
<i>06. W.</i> Gliss <i>Brieg</i>	8,3,2	Andermatt	6,7	Thusis	9,0
Sion	13,0,3	Altorf	12,0	Chur	9,7
Sion	13,0	Schwyz	12,8	Marschlins	11,2
Martigny	14,3	Glarus	13,8	Sargans	11,3
Bex	15,1	Zürich	15,0	Altstätten	12,2
Montreux	16,0	Luzern	15,5	Kreuzlingen	14,3

Man sieht hier, wie im Wallis die beiden Stationen Simplon und Reckingen eine unbedeutende Schwankung zeigen, wie dagegen bei den Stationen Gliss, Sion, Martigny und Montreux die Verminderung des Luftdrucks rasch zunimmt in dem Masse, als dieselben weiter thalauswärts und von den grossen Gebirgscentren entfernter liegen. Dasselbe zeigt sich bei Vergleichung der nebenstehenden Stationen des Reuss- und Rheingebiets und es ergibt sich aus diesen drei Stationsreihen, dass die den Föhn vom 23. September 1866 begleitende Luftdruckschwankung rasch wuchs in dem Masse, als die Entfernung der Stationen von den Thalursprüngen zunahm.

Ganz andere Ergebnisse stellen sich heraus, wenn man grössere theils im Norden, Nordwesten und Westen, theils im Süden und Südosten der Alpen gelegene Gebiete hinsichtlich des Umfangs und der Tendenz der Luftdruckschwankung vergleicht, die hier in der Zeit vom 19. bis zum 24. September sich geltend machte. Wir finden dann für die nachbenannten theils im Norden, theils im Süden der Alpen gelegenen Orte folgende Werthe:

Nordseite der Alpen:

Südseite der Alpen:

West- und Nord-		Südseite der Alpen:	
westküsten Europas	18 bis 22 mm	Faido	3,3 mm
Strassburg	16,0 „	Lugano	2,1 „
Leipzig	15,8 „	Laibach	2,3 „
Heibronn	15,2 „	Mailand	2,9 „
Friedrichshafen	12,6 „	Mondovi	2,6 „
München	12,3 „	Genua	1,6 „
Schweizermittelland	12 bis 16 „	Ancona	— 2,8 „
Linz	10,0 „	Rom	— 5,2 „
Wien	7,9 „	Neapel	— 6,0 „
Lyon	16,2 „	Camerino	— 4,4 „
Marseille	9,4 „	Palermo	— 3,2 „

Aus dieser Zusammenstellung wird ersichtlich, dass auf mehreren Stationen des mittleren und südlichen Italien das Barometer vom 22. bis 24. September höher gestanden hat als vom 19. bis 22. und dass in der Zeit, während welcher in der Schweiz der Föhn regierte, oder in einem Theile des westlichen und nördlichen Europa Süd- oder Südwestwinde herrschten, im grössten Theile Italiens der Luftdruck keine merkbare Aenderung erfahren hat. Zwischen dem Abend des 21. und dem Morgen des 23. September, also in der Zeit, wo der Föhn in der Schweiz zu wüthen begann, blieb in Mendrisio, Mailand, Genua, Ancona, Rom und Palermo das Barometer fast unbeweglich. Wenn die vom Föhn herbeigeführten Luftmassen aus Gebieten kamen, die im Süden der Alpen zu suchen sind, so musste ihre Verschiebung offenbar in den darunter liegenden Luftschichten eine Bewegung des Barometers irgend welcher Art hervorrufen. Dass nun eine solche Bewegung nicht Statt gefunden hat, beweist also, dass der Föhn vom 23. September 1866 mit einem von Süden herkommenden Strom nichts zu thun hatte, sondern dass die erregende Ursache nordwärts der Alpen zu suchen ist.

Zu ganz ähnlichen Ergebnissen, wie die eben ermittelten, gelangen wir auch bei Untersuchung der Luftdruckerscheinungen, welche andere Föhnphänomene begleiten. In seiner Schrift *über den Föhn in Bludenz* hat Hann ¹⁾ für eine Reihe von zwanzig

¹⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz, p. 6—9 u. 16—18.

Wintertagen, an welchen der Föhn zu Bludenz wehte, die gleichzeitigen Witterungsverhältnisse von Stuttgart und Mailand ermittelt und mit denen von Bludenz vergleichend zusammengestellt, um den Gegensatz der meteorologischen Vorgänge auf der Nord- und Südseite der Alpen zur Zeit, wo der Föhn in Bludenz herrscht, zu veranschaulichen. Obgleich nun die von Hann in seine Tabelle aufgenommenen Zahlen insofern nicht gleichwerthige Grössen darstellen, als dieselben auf verschiedene Beobachtungsstunden sich beziehen, nämlich die Messungen von Stuttgart auf 7 h, 2 h und 9 h, die von Bludenz auf 6 h, 2 h und 10 h und die von Mailand auf 6 h, 3 h und 9 h, so dürften sie doch zur Vergleichung immerhin noch geeignet sein.

Im Mittel von zwanzig Winterföhntagen betrug der Luftdruck zu Stuttgart in 269 m 730,7 mm, reducirt auf 590 m 702,5 mm

„ Bludenz	„ 589,7	„ 702,2	„	„	„	„	„	„	—	„
„ Mailand	„ 147,1	„ 748,1	„	„	„	„	„	„	709	„

Hieraus ergibt sich, dass der Unterschied zwischen dem Luftdruck zu Stuttgart und dem zu Bludenz gleich Null ist, während in Mailand das Barometer um mehr als 7 mm höher steht als in Bludenz. Die Entfernung zwischen Stuttgart und Bludenz beträgt 188 km, zwischen Bludenz und Mailand 196 km. Der Luftdruckunterschied zwischen Mailand und Bludenz in einer Seehöhe von 590 m beträgt sonach 6,8 mm auf den Aequatorgrad, zwischen Bludenz und Stuttgart dagegen — 0,3 mm, ein Ergebniss, das jedoch deshalb nicht ganz fehlerfrei sein dürfte, weil der Beobachtungsort zu Stuttgart in der Zeit von 1855 bis 1874 mehrmals gewechselt wurde. Zieht man nun diejenigen Beobachtungen in Betracht, welche während der heftigsten Föhnstürme im Januar und Februar 1869, sowie im Januar und December 1872 gemacht wurden, so erhält man im Mittel von 19 Beobachtungen für Bludenz einen Barometerstand von 698,6 mm, für Stuttgart einen solchen von 726,1 mm. Letzterer Stand auf 590 m reducirt giebt 698,0 mm, also eine Luftdruckdifferenz von 0,6 mm zwischen Bludenz und Stuttgart, ein Ergebniss, das der Wahrheit näher kommen dürfte. Jedenfalls aber wird hieraus ersichtlich, dass der Gradient zwischen Stuttgart und Bludenz ein sehr geringer ist, während er zwischen Bludenz und Mailand ein sehr bedeutender wird, woraus sich ergibt, dass die Gebirgsmauer der Alpen eine

Scheidewand bildet, die den wechselseitigen Austausch in den unteren Luftschichten verhindert. Während daher die Luft des nördlichen Alpenvorlandes und der nordalpinen Gebirgstäler bereits in die Barometerdepression atlantischer Cyklonen hineingezogen wird, bleibt die Luft am Südfuss der Alpen, die sich ausserhalb dieses cyklonalen Wirkungsbereichs befindet, von ihren Einflüssen noch unberührt. Wenn aber aus den nördlichen Alpen-thälern Luft nach den im Westen oder Nordwesten befindlichen Depressionscentren abfliesst, so wird dieselbe ersetzt werden müssen durch andere Luftmassen, die sich von der Höhe der Alpenkämme in die oberen Thäler hinabstürzen und zwar wird dies mit um so grösserer Vehemenz geschehen, je höher der Luftdruck am Südfuss der Alpen noch ist.

Schärfer noch als aus dem eben Besprochenen lässt sich die Luftdruckdifferenz, die bei wehendem Föhnwind zwischen Nord- und Südseite der Alpen eintritt, aus den Beobachtungen der schweizerischen Stationen ableiten. Reducirt man nämlich die Seehöhen der Stationen Altorf 454 m, Altstätten 478 m, Marsch-
lins 545 m und Lugano 275 m auf die Seehöhe von Basel, welche 278 m beträgt, so ergeben sich für diese 5 Stationen während des Föhnsturms vom 31. Januar und 1. Februar 1869 die in nachstehender Tabelle zusammengestellten Barometerstände:

Luftdruck am 31. Januar und 1. Februar 1869
im Niveau von 278 m.

Tag.	Stunde.	Basel.	Altstätten.	Altorf.	Marsch- lins.	Lugano.	Differenz.	
							Lugano — Altorf.	Altorf — Basel.
31. Jan.	7 h	736,2	736,3	739,2	740,5	744,8	5,6	3,0
"	1 "	37,1	37,7	39,7	40,5	43,9	4,2	2,6
"	9 "	35,5	36,6	37,8	40,4	44,5	6,7	2,3
1. Febr.	7 "	30,9	32,4	35,1	37,7	43,5	8,4	4,2
"	1 "	30,5	31,2	33,6	35,7	42,5	8,9	3,1
"	9 "	32,8	33,2	34,7	35,1	40,6	—	—
Mittel		733,8	734,6	736,7	738,3	743,3	6,76	3,04

Die Entfernung zwischen Basel und Altorf beträgt 109 km, zwischen Altorf und Lugano 100 km. Man sieht also, wie sich der Gradient beim Ueberschreiten des Alpenwalls sprunghaft ändert. Auf den Aequatorgrad bezogen war der mittlere Luftdruckunterschied zwischen Basel und Altorf während der Dauer dieser Föhnperiode nur 3,10 mm, wogegen die Differenz zwischen Altorf und Lugano nicht weniger als 7,53 mm, also mehr als das Doppelte betrug und somit eine Höhe erreichte, wie sie sonst nur bei den heftigsten Stürmen beobachtet wird. Trotz dieser sehr bedeutenden Druckdifferenz war die Luft am Südfuss der Alpen ruhig, weil, wie schon oben bemerkt wurde, die hohe Scheidewand dieses Gebirges den Ausgleich in den unteren Regionen verhinderte. Um nun den Gradienten in einer Höhe zu ermitteln, in welcher bereits ein Luftaustausch zwischen Nord- und Südseite der Alpen Statt finden kann, führt Hann ¹⁾ die Luftdruckangaben von Sils 1810 m, Bevers 1715 m und Rigikulm 1784 m auf das Niveau von 1784 m zurück und gelangt dabei zu folgenden Werthen:

Stationen.	31. Januar.			1. Februar.		
	7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h
Bevers	619,2	18,7	19,4	17,5	15,8	13,8
Sils	618,5	18,5	18,9	17,2	16,4	14,0
Mittel	618,8	18,6	19,1	17,3	16,1	13,9
Rigikulm	615,1	15,8	15,5	12,4	11,3	11,8
Differenz	3,7	2,8	3,6	4,9	4,8	2,1

Da sowohl Sils als auch Bevers vom Gipfel des Rigi ca. 120 km entfernt sind, so war die mittlere Luftdruckdifferenz auf den Aequatorgrad bezogen während der Dauer des Föhns 3,72 mm, oder auf das Meeresniveau reducirt, um mit den gewöhnlichen Gradienten vergleichbar zu werden, 4,6 mm, ein ganz bedeutender Gradient.

Berechnet man auf ähnliche Weise die Luftdruckdifferenz zwischen Rigikulm und Grimsel, so erhält man im Mittel für die fünf Terminbeobachtungen der Föhndauer:

	31. Januar.			1. Februar.			Mittel
	7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	(9 h)	
ΔB	1,5 „	2,2 „	2,5 „	2,2 „	1,8 „	(1,0 „)	2,04 h

¹⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz, p. 18.

Da der gradlinige Abstand zwischen Rigikulm und Grimsel nur 56 km beträgt, so ergibt die Reduction auf den Aequatorgrad 4,05 mm, reducirt auf das Meeresniveau 5,0 mm. Es bestand also während jener Föhnperiode zwischen dem Alpenkamm und dem unmittelbar angrenzenden nördlichen Vorlande im Niveau von 1780 m ein Gradient von 3,9 mm oder von 4,8 mm bei Reduction auf das Meeresniveau, während er im Niveau von 280 m nur 3,1 mm betrug.

Für die Föhnstürme des Januar 1877 ist eine ähnliche mit der obigen vergleichbare Berechnung deshalb nicht möglich, weil aus dieser Zeit Beobachtungen vom Rigi fehlen. Die Gradienten im Niveau des Flachlandes ergeben sich aus folgender Tabelle, welche darstellt die

Luftdruckvertheilung im Januar 1877 im Niveau
von 278 m.

Januar 1877.	Stunde.	Basel.	Altstätten.	Altorf.	Glarus.	Lugano.	Differenz.	
							Lugano — Altorf.	Altorf — Basel.
1.	7 h	727,2	729,0	730,5	—	739,5	9,0	3,3
"	1 "	27,3	28,6	30,2	29,0	38,1	7,9	2,9
"	9 "	29,4	29,3	31,0	—	37,4	6,4	1,6
4.	7 "	28,2	28,8	30,0	—	39,2	9,2	1,8
"	1 "	27,0	29,0	31,0	29,8	37,3	6,2	4,1
"	9 "	23,8	25,1	24,5	—	34,7	10,2	0,7
7.	7 "	32,3	33,3	33,1	—	38,2	5,1	0,8
"	1 "	31,5	32,5	33,6	32,8	38,7	5,1	2,1
"	9 "	34,4	35,6	37,0	—	41,6	4,6	2,6
8.	7 "	37,7	37,7	38,3	—	43,6	5,3	0,6
"	1 "	36,0	37,7	38,3	37,4	45,0	6,7	2,3
"	9 "	36,2	38,4	40,1	—	46,3	6,2	3,9
9.	7 "	37,2	38,5	39,6	—	47,0	7,4	2,4
"	1 "	40,4	40,9	41,0	41,7	46,0	5,0	0,6
"	9 "	42,1	42,7	42,0	—	45,8	3,8	-0,1
Mittel	—	732,7	733,8	734,7	(734,0)	741,2	6,5	2,0

Hieraus ergibt sich also, dass auch während dieser Föhnperiode die Luftdruckdifferenz zwischen Basel und Altorf im Mittel mehr als dreimal kleiner war als die zwischen Altorf und Lugano. Auf den Aequatorgrad reducirt erhält man:

$$\begin{aligned}\text{Luftdruckdifferenz Basel} - \text{Altorf} &= 2,04 \text{ mm} \\ \text{„ Altorf} - \text{Lugano} &= 7,23 \text{ „}\end{aligned}$$

Bildet man aus diesen und den oben gefundenen Werthen das Mittel mit Rücksicht auf die Zahl der Beobachtungen, so erhält man:

Luftdruckdifferenz pro Aequatorgrad bei Föhnstürmen:

$$\begin{aligned}\text{Basel} - \text{Altorf} &= 2,3 \text{ mm} \\ \text{Altorf} - \text{Lugano} &= 7,3 \text{ „}\end{aligned}$$

Bisweilen steigt der Gradient zwischen Altorf und Lugano sogar auf 10 bis 12 mm, ein Luftdruckunterschied, wie er nur noch bei tropischen Orkanen vorkommt.

2. Luftdruckminima.

Sehr interessante Ergebnisse liefern die Minima des Herbstföhns vom 23. September 1866, welchem wir uns jetzt wieder zuwenden ¹⁾. Während zur Zeit dieser Föhnperiode der Luftdruck über der Apenninenhalbinsel ein verhältnissmässig hoher ist, macht sich im Norden der Alpen über ganz Mitteleuropa eine erhebliche Verminderung des Luftdrucks geltend, die ihr Minimum in den Umgebungen der Nordsee bereits am 22., weiter südlich aber gegen den Nordfuss der Alpen hin erst am 23. erreicht, wo es an diesem Tage auf nicht weniger als 47 Stationen des schweizerischen meteorologischen Netzes beobachtet wird. In Brüssel, Utrecht und Greenwich trat das Minimum am 22. gegen Mittag ein; ein zweites wenn auch weniger ausgesprochenes Minimum wurde auf diesen Stationen am Morgen des 23. beobachtet. In Leipzig erreichte das Barometer seinen tiefsten Stand am 22., in München gegen Mittag des 23., in Wien kurze Zeit früher. Die württembergischen Stationen verzeichnen ein Minimum um Mittag des 23. und um dieselbe Zeit trat es auch auf den meisten schweizerischen Stationen ein, nämlich in Zürich um 1½ h pm, in Genf gegen 2 h,

¹⁾ Dufour, l. c., p. 13.

in Bern um 3 h, auf dem Simplon gegen die Mitte des Nachmittags, auf dem St. Bernhard dagegen auffallenderweise erst gegen 8 h pm. Für die Stationen des mittleren und südlichen Frankreich, ebenso wie für Palma und Lissabon fällt das Minimum gleichfalls auf den 23., aber einige Stunden früher als bei den schweizerischen Stationen auf der Nordseite der Alpen. Man sieht also, dass das barometrische Minimum zuerst im Norden und Nordwesten Europas sich gezeigt hat, einige Stunden später im westlichen Europa und bald darauf im südlichen Deutschland und am Nordfuss der Alpen. Dabei ist die Wahrnehmung interessant, dass in der ganzen Schweiz und wahrscheinlich auch im südlichen Deutschland dieses Minimum fast gleichzeitig oder doch in sehr kurzen Abständen in der Zeit zwischen 12 h und 3 h am Nachmittage des 23. eingetreten ist. Im Nordwesten Europas war der Sturz des Barometers besonders rasch in der Nacht vom 20. zum 21. und am 22. Zwischen diesen beiden Momenten plötzlicher Verminderung lag ein Zeitraum fast gleichmässigen Druckes. Weiter südlich wird diese zweifache Erschütterung der Atmosphäre weniger merkbar oder verschwindet ganz und das Sinken zeigt grössere Stetigkeit zwischen dem 20. und dem Augenblick, in welchem das Minimum eintrat. Weiter unten wird gezeigt werden, dass am 21. der Föhn anfang in der Schweiz sich fühlbar zu machen und dass er am 22. hier allgemein herrschend wurde.

Der ursächliche Zusammenhang, in welchem der Föhn mit den in grösserer oder geringerer Entfernung von den Alpen vorüberziehenden barometrischen Depressionscentren steht, ergibt sich auch aus den Mittheilungen, welche Mohn in seinen *Untersuchungen über den Verlauf und die Ursachen der europäischen Stürme* macht. „In der Nacht vom 1. auf den 2. December 1867“, sagt der genannte Meteorologe (*Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met.*, VI., p. 216), „ging ein Depressionsmittelpunkt von Norwegen südlich zum Kattegat, wo er sich mit einem anderen verband, welcher von der Nordsee in nordöstlicher Richtung kam. Zur selben Zeit fiel das Barometer im Centrum stark von 728 mm bis 718 mm. Die Wasserdämpfe hatten in Deutschland ein Maximum, das sich von Süden nach Norden ausdehnte, vom adriatischen Meere bis zur Ostsee. Die preussischen Stationen meldeten am Morgen des 2. December einen sehr starken Regen während der

Nacht. Das Thermometer stieg in Deutschland, besonders gegen Süden (Tirol). *Von mehreren Schweizerstationen meldete man Föhnstürme in diesen Tagen.*“ An einer anderen Stelle der citirten Zeitschrift p. 247 sagt derselbe Gewährsmann: „Die Karten des norwegischen Sturmatlas zeigen einige Beispiele der Bildung von Depressionsmittelpunkten innerhalb ihrer Grenzen. Am 1. December 1867 Abends sind die isobarometrischen Linien über Tirol, der Schweiz und Südfrankreich sehr zusammengedrängt. Der Wind ist in Frankreich starker Süd. *Die Temperatur steigt sehr stark in der Schweiz und in Tirol, von wo Föhn gemeldet wird.* Das Barometer fällt rapid. Am folgenden Morgen befindet sich das Minimum des Luftdrucks bei Toulon. Am selben Tage (2. December) Abends zeigt sich ein vollkommen entwickelter Depressionsmittelpunkt über Oberitalien. Dieses Centrum hält sich während der folgenden Tage über Italien und wandert dann langsam nach der Türkei. Es ist begrenzt durch sehr gewundene Isobaren, sein Weg ist langsam und unregelmässig. Vermittelst der vorliegenden Beobachtungen ist man nicht im Stande, den Ursprung dieses Depressionscentrums zu erklären. Es scheint, dass der Einfluss der Alpen, durch welche aufsteigende Strömungen im Südwind erzeugt werden, eine Hauptursache gewesen sei.“

3. Verhältniss der Minima zum Normaldruck.

Obleich der atmosphärische Druck im ganzen centralen und westlichen Europa am 22. und 23. September 1866 unter seiner normalen Höhe stand, so war doch seine Abweichung von dieser Normalhöhe in verschiedenen Ländergebieten eine ganz verschiedene. Ueber dem Canal war am 22. der Luftdruck etwa 18 mm unter der Normalhöhe, während er in der Schweiz zu derselben Zeit nur 6 bis 8 mm unter dem Mittel sich befand ¹⁾. An der Westküste Frankreichs betrug die Verminderung des Luftdrucks etwa 15 mm, im Süden dieses Landes war sie etwas geringer, noch geringer im Südwesten Europas jenseits des Pyrenäengebirges. In Italien, besonders im südlichen Theil dieser Halbinsel war der atmosphärische Druck gleich oder um ein geringes

¹⁾ Dufour, l. c., p. 14.

über dem Mittel. In Athen war er 4 bis 5 mm über, dem Normaldruck. Interessant wäre es, für einander benachbarte den Alpen nahe gelegene Stationen die absolute Depression genau zu ermitteln. Zu diesem Zweck müsste man den Normaldruck für jede Station mit Sicherheit kennen. Dieser aber lässt sich nur durch lange ununterbrochen fortgesetzte Beobachtungen ermitteln, die zur Zeit noch nicht in ausreichendem Masse vorliegen. Annähernd richtige Werthe dürften sich durch folgendes Verfahren finden lassen. Man constatirt für einige Stationen, von denen zwei gut bekannt sind, wie Genf und der St. Bernhard, den mittleren Druck im Jahre 1866. Dieses Jahresmittel differirt für Genf um $+ 0,7$ mm vom absoluten Mittel und für den grossen St. Bernhard um $+ 1,2$ mm. Nimmt man nun an, dass für Montreux, Neuenburg etc. der Abstand zwischen dem Mittel von 1866 und dem Normaldruck derselbe ist wie für Genf, dass ferner dieser Abstand für den St. Gotthard und Bernardin derselbe ist wie für den grossen St. Bernhard, so kann man die absoluten Mittel finden, indem man $0,7$ mm und $1,2$ mm von den Mitteln für 1866 abzieht. Man gelangt auf diese Weise zu folgenden Werthen, die wahrscheinlich vom wahren Normaldruck nur wenig abweichen:

Genf	726,4 mm	Altstätten	719,9 mm	St. Bernhard	563,6 mm
Neuenburg	719,0 „	Glarus	719,9 „	St. Gotthard	590,5 „
Montreux	728,6 „	Interlaken	712,1 „	Bernardin	592,6 „
Aarau	727,9 „	Altorf	723,0 „		
Frauenfeld	724,9 „	Chur	709,0 „		

Vergleicht man diese Normaldruckwerthe mit dem am 23. September zur Zeit des Minimums beobachteten Druck, so erhält man folgende Differenzen:

Genf	— 11,0 mm	Altstätten	— 7,3 mm	St. Bernhard	+ 0,7 mm
Neuenburg	— 11,0 „	Glarus	— 8,3 „	St. Gotthard	+ 1,0 „
Montreux	— 10,4 „	Interlaken	— 10,0 „	Bernardin	+ 1,4 „
Aarau	— 11,3 „	Altorf	— 6,2 „		
Frauenfeld	— 8,8 „	Chur	— 3,9 „		

Es war sonach die absolute Depression in der westlichen und nördlichen Schweiz, sowie in den tief gelegenen Thalstationen stärker als auf der hohen Alpenkette. Nachstehende Uebersicht

giebt die annähernden Werthe für den Abstand zwischen dem Normaldruck und dem Druck, wie er am 23. September beobachtet wurde:

Nordwestküsten Europas	— 15,0 bis — 22,0 mm
Mittleres und südliches Deutschland	— 10,0 bis — 17,0 „
Schweizerische Hochebene	— 6,0 bis — 14,0 „
Alpenhöhlen	— 4,0 bis — 10,0 „
Hochgelegene Bergstationen der Alpen	+ 0,7 bis + 1,4 „
Athen	+ 4,0 bis + 5,0 „

Die Vertheilung des atmosphärischen Druckes über Europa war also während dieser Föhnperiode eine sehr ungleichmässige. Der Druck nahm ab in der Richtung einer Linie, die von Südost nach Nordwest verläuft. Zwischen dem Alpengebiet und dem Canal betrug seine Verminderung am 22., also an dem Tage, an welchem der Föhn in der Schweiz zu wehen begann, 16 bis 18 mm. Diese Verminderung behielt am 23. und 24., wo der Föhn zu wüthen fortfuhr, in gleichem Sinne Bestand. Im Norden Europas, namentlich über der skandinavischen Halbinsel war der Druck am 22. ziemlich derselbe wie über dem Canal. Er nahm also von den Alpen ausgehend auch gegen Norden hin ab; aber wenn man die Entfernungen in Anschlag bringt, so stellt sich heraus, dass die Linie des stärksten Sturzes unverkennbar von Südost nach Nordwest verläuft und unmittelbar am Nordhang der Alpen die rascheste Abnahme Statt fand.

Wenden wir uns nunmehr von dem so überaus merkwürdigen Föhn vom 23. September 1866 zu anderen derartigen Phänomenen, so gelangen wir zu ganz ähnlichen Ergebnissen. Untersucht man nämlich eine grössere Anzahl von Föhnperioden und bestimmt die Zeitpunkte, an denen auf verschiedenen schweizerischen Beobachtungsstationen das Sinken des Barometers unter den mittleren Stand des Monats beginnt, oder auch diejenigen, an denen der tiefste Stand des Barometers eintritt, so ergeben sich sofort zwei sehr wichtige Thatsachen ¹⁾:

1. Die Erscheinungen treten zunächst an den nördlichen und westlichen Stationen ein, etwas später am Nordfuss der Alpen, noch später auf den Alpenpässen und in der Regel zuletzt südlich von diesen.

¹⁾ Wettstein, l. c., p. 342 u. f.

2. Die Luftdruckverminderung ist am bedeutendsten an den nördlichen und westlichen Stationen, schwächer in den Alpen-thälern und noch schwächer auf den Passhöhen; südwärts von den Passhöhen und am jenseitigen Fuss der Alpen ist sie geringer als nordwärts, oft nicht stärker als auf den Passhöhen.

Die beiden nachstehenden Tabellen, von denen die eine für je zwei Föhnperioden der Jahre 1868, 1869 und 1870 Tag und Stunde des Eintritts des tiefsten Barometerstandes nebst den Beträgen unter dem Monatsmittel in Millimetern giebt, während die andere für einige Föhnperioden des Jahres 1867 den Eintritt des Sinkens unter das Monatsmittel nachweist, mögen die beiden oben aufgestellten Sätze erläutern und bestätigen.

(Siehe Tabellen Seite 107 u. 108.)

Die hohe Bedeutung dieser beiden Umstände wird ersichtlich, wenn man einen Blick auf die synoptischen Karten des *Bulletin international* wirft. Es zeigt sich da sogleich, dass ein Föhn in der Schweiz allemal zusammenfällt mit einer Depression des Luftdrucks im Nordwesten der Alpen, über Irland, dem Canal und dem Golf von Biscaya, während zu derselben Zeit im Süden und Südosten Europas, über Italien und dem adriatischen Meere, der Luftdruck höher ist als über den Alpen. Eine gleichzeitige Barometerdepression im Südosten und Nordwesten lässt den Föhn nicht zu voller Entwicklung gelangen. Ebenso hat eine Depression im Norden und Nordosten in der Regel keinen Föhn im Gefolge.

Hieraus erklären sich zwei eigenthümliche Erscheinungen, von denen die eine bereits im topographischen Theile bei Besprechung der örtlichen Vertheilung des Föhns, die andere im chronographischen bei Erörterung der zeitlichen Vertheilung desselben als merkwürdig hervorgehoben wurde. Da der Föhn, wie wir eben gesehen haben, jedesmal dann am besten sich entwickelt, wenn das ihn begleitende barometrische Minimum im Nordwesten der Alpen liegt, so tritt dieser Wind in allen denjenigen Bergthälern am stärksten und ausgeprägtesten auf, die, wie das Thal des Rheins, der Reuss und des Rhone zwischen St. Maurice und dem Genfersee, gegen Norden und Nordwesten sich öffnen und daher dem sie durchheilenden Luftstrom nach dieser Richtung hin freien Abfluss gestatten, während Bergthäler, die der Hauptaxe

Eintritt des tiefsten Barometerstandes und Betrag unter dem Monatsmittel in mm.

Föhnperiode.		Genf.			Basel.			Altorf.			Gotthard.			Lugano.		
Jahr.	Monat.	Tag.	Stunde.	Betrag.	Tag.	Stunde.	Betrag.	Tag.	Stunde.	Betrag.	Tag.	Stunde.	Betrag.	Tag.	Stunde.	Betrag.
1868	October	18	1	— 13,3	18	9	— 13,4	18	9	— 13,1	19	9	— 9,1	19	9	— 10,3
1868	Novbr.	23	7	— 6,1	23	7	— 6,8	23	1	— 5,8	24	7	— 0,7	24	7	+ 2,8
1869	Januar	29	7	— 11,1	29	7	— 14,2	29	1	— 12,5	29	9	— 4,8	30	7	— 6,8
1869	Februar	1	1	— 11,2	1	1	— 11,8	1	1	— 9,9	2	1	— 7,8	2	1	— 8,5
1870	April	9	1	— 9,2	9	1	— 10,0	9	7	— 8,3	10	7	— 4,4	10	7	— 3,5
1870	October	9	7	— 14,3	9	7	— 15,3	9	1	— 15,0	9	1	— 10,9	9	9	— 14,5

Eintritt des Sinkens unter das Monatsmittel.

1867.	Basel.		Genf.		Gotthard.		Lugano.	
	Tag	Stunde	Tag	Stunde	Tag	Stunde	Tag	Stunde
März	26	1	—	—	27	1	27	1
April	18	9	18	1	20	1	20	9
April	24	1	24	1	26	7	25	1
August	15	7	15	7	15	9	15	9
November	11	1	—	—	15	1	16	7
December	17	7	—	—	18	1	18	9

der Alpen parallel in westöstlicher Richtung verlaufen, wie der zwischen dem Furcapass und der Pforte von St. Maurice liegende rings von hohen Bergketten umschlossene Theil des oberen und mittleren Rhonethals und das von der Aare durchströmte Becken des Brienzer- und Thunersees, gerade nach Norden und Nordwesten hin von gewaltigen Bergwällen ummauert sind, die dem Abfluss der Luft nach jener Richtung eine nicht leicht zu übersteigende Schranke entgegensetzen. Da ferner die atlantischen Barometerminima im Sommer viel seltener und weit weniger entwickelt auftreten als im Winter und zur Zeit der Aequinoctien, so erklärt sich hieraus auch, weshalb der Föhn gerade während des Sommers viel weniger häufig in den Thälern der Alpen auftritt als zu anderen Zeiten ¹⁾).

Was nun den Zeitpunkt des Eintritts der Depression betrifft, so ergibt sich aus den Beobachtungen, dass sowohl ihr Beginn als auch ihr Maximum in der Schweiz einen bis zwei Tage später erfolgen als im Canal. Ferner ist der Betrag der Depression um so grösser, je mehr man sich dem Centrum derselben nähert. So erklärt sich in ganz natürlicher Weise sowohl der frühere Eintritt des Sinkens des Barometers als sein tieferer Stand bei Vergleichung von Basel mit den weiter südlich gelegenen Stationen des schweizerischen Beobachtungsnetzes.

Ist eine Depression im Nordwesten von einer schwächeren im Südosten der Alpen begleitet, so dass die Linie des stärksten

¹⁾ Hann, Handbuch der Klimatologie, p. 217.

atmosphärischen Druckes durch die Schweiz geht, so entsteht zwar kein allgemeiner deutlich entwickelter Föhn, aber es treten doch bisweilen Erscheinungen ein, die den Föhn in der Regel begleiten. So wehten z. B. vom 4. bis 7. und vom 10. bis 14. September 1867 auf den Alpenpässen und den meisten schweizerischen Stationen südöstliche, südliche, bis südwestliche Winde unter Erhöhung der Temperatur und entsprechender Verminderung der Feuchtigkeit. Am Ende dieser beiden Perioden erfolgten Niederschläge, die stellenweise sehr bedeutend waren. Es fielen am 10. in Castasegna 36,7 mm Regen, vom 15. bis 22. nicht weniger als 285 mm, wovon auf den 16. allein 122 mm kommen. Ähnliche Wassermassen fielen auf dem Bernardin. Nördlich von den Alpen sind die Niederschläge zwar schwächer, aber immer noch reichlich genug. Wir haben also bei der angegebenen Vertheilung des Luftdrucks über Europa einen nicht zur vollen Entwicklung gelangten Föhn. Ganz ähnliche Erscheinungen: Zunahme der Temperatur und Abnahme der Feuchtigkeit, südöstliche und südwestliche Winde, Föhn an einzelnen Stationen wie Chur, Marschlin, Bex und Niederschläge am Ende der Periode zeigen sich in der Zeit vom 4. bis 6. Februar 1867, während das Centrum der Depression sich im Norden über Schottland und der Nordsee befindet ¹⁾).

Wenn ein barometrisches Minimum, das Anfangs im Nordwesten der Alpen sich befand, nach Nordost oder Ost sich weiter bewegt, so springt der Wind aus Süd und Südwest nach West und Nordwest um und dem Föhn folgen am Nordfuss der Alpen rasche Abkühlung der Luft und starke Niederschläge, während dagegen am Südfuss der Alpen Trockenheit eintritt.

Wenn dagegen das Minimum des Luftdrucks statt im Nordwesten im Westen Europas gelegen ist, während zugleich ein Maximum im Südosten sich befindet, wie dies vom 14. bis 17. November 1867 der Fall war, so beobachtet man neben den herrschenden südlichen Winden auch östliche und selbst nordöstliche, namentlich auf einigen westlichen Stationen und der Föhn gelangt dann ausnahmsweise zu starker Entwicklung in denjenigen Thälern, welche ostwestlich verlaufen, wie dies bei dem grossen

¹⁾ Wettstein, l. c., p. 348.

Längsthal des oberen und mittleren Wallis und dem Becken des Brienzersees der Fall ist. Während hier der Föhn im Allgemeinen seltener wahrgenommen wird, wie schon oben bemerkt wurde, haben in solchen Fällen sowohl Ober- und Mittelwallis wie auch Brienz und Interlaken einen von Osten herkommenden Wind, der durchaus alle charakteristischen Merkmale des Föhns an sich trägt ¹⁾).

Der Einfluss der allgemeinen Vertheilung des europäischen Luftdrucks auf die Winde der Schweiz offenbart sich auch sehr deutlich in dem Winde, der zuerst von Wild beschrieben und nicht unpassend mit dem Namen *Nordföhn* ²⁾ belegt worden ist. Dieser Nordföhn erscheint bisweilen in den südlich von der Centalkette der Alpen gelegenen Stationen Faido, Bellinzona, Lugano, Mendrisio, Castasegna und Brusio, dann und wann wohl auch, jedoch mehr nur andeutungsweise im Engadin, namentlich in Sils, Bevers, Zernetz und Remüs. Wie der echte Südföhn ist auch er durch hohe Temperatur und geringe Feuchtigkeit charakterisirt. Die Erhöhung der Wärme wird besonders deutlich daraus ersichtlich, dass während seiner Herrschaft die Temperatur mit

¹⁾ Vergl. hierzu die nach Wettstein, Strömungen etc., entworfenen Isobarenkärtchen Tafel III, IV und V, welche die Bewegung des Luftdruckminimums, das in der Zeit vom 14. bis 17. November 1867 über Westeuropa hinzog, und die durch dasselbe hervorgerufenen Strömungen veranschaulichen.

²⁾ Daimer, meteorologische Beobachtungen der Alpenvereinstationen im Jahre 1879; Zeitschr. d. deutsch. u. österr. A.-V., XI, p. 59 u. 62.

Dove, über Eiszeit, Föhn und Scirocco.

Dürer, osservazioni meteorologiche fatte alla Villa Carlotta, Milano 1867.

Hann, der Scirocco der Südalpen; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., III, p. 564.

Hann, über den Föhn u. sein Auftreten in den Ostalpen; Zeitschr. d. deutsch. u. österr. A.-V., X, p. 176.

Hann, Handbuch der Klimatologie, p. 218.

Leonhardi, das Poschiavinothal; Leipzig 1859, p. 90.

Lommel, l. c., p. 150.

Lorenz und Rothe, l. c., p. 209.

Wettstein, l. c., p. 349.

Wild, über Föhn u. Eiszeit, p. 32.

zunehmender Erhebung über dem Meeresniveau etwa zweimal so rasch abnimmt als unter normalen Umständen. Stimmen hierin beide Föhnarten mit einander überein, so steht dagegen bei Nordföhn das Barometer hoch und der Wind weht aus Nord und Nordost auch auf den Alpenpässen. In den Jahren 1868 und 1869 wurden je 19, im nächstfolgenden Jahre 1870 mit Ausschluss des December 16 solche Winde in der Schweiz beobachtet. Vergleicht man die Angaben des *Bulletin international*, so findet man während des Nordföhns jedesmal ein Minimum des Luftdrucks im Südosten, ein Maximum im Nordwesten der Alpen, d. h. also eine directe Umkehrung der Luftdruckvertheilung, wie sie beim echten Südföhn in der Regel beobachtet wird. Diese Verschiedenheit in der Vertheilung des Luftdrucks macht denn auch die Verschiedenheit in der Richtung des eigentlichen Föhns und des Nordföhns vollkommen begreiflich. Auch darin stimmt der Nordföhn mit dem echten Föhn überein, dass während seiner Dauer auf den entgegengesetzten Seiten der Alpen entgegengesetzte Winde wehen, nämlich auf der Nordseite südwestliche, auf der Südseite nordöstliche. Ein wesentlicher Unterschied in der Richtung der Luftströmungen zeigt sich dagegen auf den Alpenpässen. Hier wehen beim echten Föhn Südost- und Südwinde, beim Nordföhn dagegen Nordost- und Nordwinde. Einige Beispiele mögen das eben Gesagte bestätigen. Bei dem Sturm, der vom 31. Januar bis zum 2. Februar 1862 in den Centralalpen herrschte und von Hann als Scirocco bezeichnet wird, erreicht zu Villa Carlotta am Comersee die Trockenheit der Luft am Nachmittag des 1. Februar 12 % Um 6 h pm desselben Tages zeigt die Luft noch eine Temperatur von 21,9 ° C; aber schon um 6 h am des folgenden Tages ist ihre Wärme auf 19,1 ° C herabgesunken, ihre relative Feuchtigkeit dagegen bis auf 25 % gestiegen. Die Windrichtung ist nordöstlich bis nordnordöstlich und das Barometer steigt zwischen dem Morgen des 1. und dem Abend des 2. Februar von 738 mm auf 747 mm. Während in den Thälern am Südhang der Alpen überall eine entschiedene Erhöhung der Temperatur und eine merkbare Minderung der relativen Feuchtigkeit beobachtet wird, ist zu Mailand hiervon kaum etwas wahrzunehmen. Derselbe Luftstrom nun, der so auf der Südseite der Alpen die Wärme erhöht und die Feuchtigkeit vermindert, bringt dem Nordhang

dieses Gebirges reichliche Niederschläge. Auch auf der Nordseite der Alpen ist der Wind warm und weht vorwiegend aus Nordwesten, im Rhonethal aus Norden. Der Süden Europas ist kühl, der Nordwesten dagegen warm und es herrscht dort ein constanter Südweststrom, der sich am letzten Tage des Januar und an den beiden ersten des Februar etwas südwärts verschoben und mit seinen in die jenseitigen Thäler der Alpen hinabstürzenden Randwellen dort den Nordföhn erzeugt zu haben scheint.

Höchst interessant sind die Beobachtungen, welche Dürer zu Villa Carlotta am Comersee über diesen merkwürdigen Nordföhn gemacht und in einem Auszug aus dem zweiten Band der *Denkschriften der italienischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft* mitgetheilt hat. Wir entnehmen diesen Mittheilungen folgende Details, welche zeigen, wie der die Alpen überwehende Nordwind am Südfuss dieses Gebirges ganz dieselben charakteristischen Erscheinungen hervorrief, welche den sonst gewöhnlich aus Süden wehenden Föhn zu begleiten pflegen. Das Barometer sinkt, während das Thermometer rasch steigt und das Hygrometer eine auffallende Verminderung der Luftfeuchtigkeit anzeigt. Sehr beachtenswerth ist ferner auch hier, dass ganz in Uebereinstimmung mit den bei Nordföhn gemachten Wahrnehmungen alle diese merkwürdigen meteorologischen Phänomene sich lediglich auf den Südhang der Alpen beschränken, während bereits zu Mailand, das nur in geringer Entfernung von ihrem Südfuss in der Niederung der lombardischen Ebene liegt, wenig oder gar nichts mehr von diesen charakteristischen Erscheinungen zu bemerken ist.

Ganz ähnlich wie in dem eben betrachteten Falle gestalten sich die meteorologischen Vorgänge am 3. und 4. December 1863. Während zu Aarau, St. Beatenberg, Glarus, Schwyz, Solothurn und Zürich Nordweststürme herrschten und auf der ganzen Nordseite der Alpen starke Regengüsse fallen, die später in Schnee übergehen, steigt zu Villa Carlotta bei heftig wehendem Nordwest die Wärme der Luft am 4. bereits um 9 h am auf $8,5^{\circ}\text{C}$ und ihre Feuchtigkeit sinkt auf 16 % herab. Auch im benachbarten Tessin und im Passeierthale bringt ein starker Nordsturm erhöhte Wärme und verminderte Feuchtigkeit. Nicht minder charakteristisch sind die Erscheinungen, welche der um die Mitte desselben Monats die Alpen überwehende Nordwind an ihrem Südfuss

hervorruft. Auch sie finden in den von Dürer publicirten Beobachtungen¹⁾ sehr bezeichnenden Ausdruck. Um 6 h am des nächsten Tages zeigt das Thermometer noch eine Wärme von 10,9 °; aber das Barometer ist bereits auf 745 mm gestiegen und auch die relative Feuchtigkeit hat sich bis auf 47 % vermehrt. In Mailand tritt diesmal zwar eine schwache Temperaturerhöhung, aber keine Verminderung der Feuchtigkeit ein, während der Wind hier meist aus Westnordwest oder Ostnordost weht. Im Norden wie im Süden der Alpen gestalten sich auch in diesem Falle die meteorologischen Verhältnisse ganz ähnlich wie bei der Sturmperiode vom 31. Januar bis zum 2. Februar 1862. Das Barometer steht im Nordwesten Europas, wo es sehr warm ist, beträchtlich höher als im Süden, wo es kühl bleibt. Der Wind weht in Wien aus West, in Zürich aus Nordwest, im Rhonethal aus Nord und Nordwest und ist auch diesmal auf der ganzen Nordseite der Alpen, namentlich am 13. von Regenfällen begleitet, während er an ihrem Südabfall erhöhte Wärme und gesteigerte Trockenheit erzeugt.

Diese wechselnde Umkehrung der Witterungserscheinungen auf den beiden entgegengesetzten Abhängen der Centralalpenkette je nach der wechselnden Richtung der sie überwehenden Winde tritt ganz besonders deutlich hervor in der Sturmperiode vom 7. bis 18. November des Jahres 1867²⁾. Während am 9. auf der ganzen Südseite der Alpen von Tirol und den oberitalienischen Seen bis hinauf nach Aosta im Thal der Dorabatea durch den vom Gebirge herabkommenden Wind, der auf der Grimsel und dem Rigi aus Nordwesten, auf dem grossen St. Bernhard aus Nordosten weht, die Temperatur der Luft erhöht, ihre Feuchtigkeit aber vermindert wird, ist die ganze Nordseite der Alpen warm und feucht. Mit dem 14. dagegen kehren sich die Erscheinungen um. Während am 15. und 16. in den transalpinen Bergthälern stürmische Winde aus Südwest, Süd und Südost wehen, welche in ganz Oberitalien und am Südhang der Alpen

¹⁾ Dürer, l. c.

Hann, der Scirocco der Südalpen; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met. III, p. 568.

²⁾ Vergl. die Isobarenkarten Tafel III, IV und V.

von heftigen Regengüssen begleitet sind, weht auf der ganzen Nordseite der Centralalpen von Bludenz bis Martigny ein trocken-warmer Föhn, der die relative Feuchtigkeit der Luft bis auf 30 % herabmindert ¹⁾).

Auch am Südhang der Ostalpen macht sich, wie neuere Beobachtungen auf den jüngst errichteten meteorologischen Stationen im Gebiet der Riesenfernergruppe nachgewiesen haben, der Nordföhn sehr deutlich fühlbar und äussert seinen Einfluss namentlich zu Taufers wie auch auf anderen Stationen des genannten Berggebiets durch Austrocknung der Luft und Erhöhung der Temperaturmaxima besonders während der drei Wintermonate ²⁾).

Alle diese Thatfachen sprechen sonach dafür, dass Wilds Theorie richtig und der Nordföhn der Südalpen nichts anderes ist als eine Umkehrung des Südföhns der Nordalpen.

Wenn der stärkste Luftdruck im Norden statt im Nordwesten und der schwächste im Süden statt im Südosten sich befindet, so entsteht zwar kein Nordföhn, wohl aber treten mancherlei Erscheinungen ein, die ihn andeuten, namentlich eine auffallende Verminderung der Luftfeuchtigkeit an einzelnen Stationen ganz ähnlich wie beim echten Föhn.

Bisweilen entwickelt sich wohl auch ein echter Föhn bei steigendem Barometer und hohem Luftdruck. Ein solcher zeigte sich in der Zeit vom 13. bis 19. October 1867. Das Steigen des Barometers begann da auf den südlichen Stationen am 12. ebenso auf den Alpenpässen und den ihnen unmittelbar benachbarten Stationen auf der Nordseite der Alpen: Engadin, Rheinwald, Urseren, Oberwallis. Auf den übrigen Stationen dagegen trat dieses Steigen erst am 13. ein und dauerte bis zum 16. und 17.

¹⁾ Hann, der Scirocco der Südalpen; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., III, p. 570—572.

²⁾ Daimer, l. c. p. 59 und 62.

Hann, über den Föhn und sein Auftreten in den Ostalpen; Zeitschr. d. deutsch. u. österr. A.-V., X, p. 176.

Hann, über einen Föhnsturm in den Ostalpen im December 1872; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., VIII, p. 10.

Mittheilungen des deutsch. u. österr. A.-V., Jahrgang 1882, No. 9, p. 290.

Gleichzeitig mit dem Barometer beginnt am 13. auch das Thermometer zu steigen und erreicht seinen höchsten Stand — in Altorf 9,2° über dem Monatsmittel — am 17. In derselben Zeit nimmt die Trockenheit auf den Föhnstationen zu und die charakteristischen Süd- und Südostwinde kommen zur Geltung. Die synoptischen Karten des *Bulletin international* zeigen, dass bei dieser Art Föhn der europäische Luftdruck in derselben Weise vertheilt ist wie bei der anderen: ein Minimum im Nordwesten, ein Maximum im Südosten der Centralalpen. Aber während sonst bei Föhn der Luftdruck in Italien sich vermindert, nimmt er in unserem Falle zu und diese Zunahme schreitet von Südosten nach Nordwesten fort. Sie erreicht daher den Südhang der Alpen früher als den Nordhang, woraus sich der oben angegebene Gang des Barometers erklärt. Der Luftabfluss nach dem Depressionscentrum in Nordwesten wird hier durch den Zufluss von dem Centrum des Luftdruckmaximums mehr als aufgewogen. Wie ein geringerer Luftdruck im Süden der Alpen den Föhn nicht zur vollen Entwicklung gelangen lässt, weil die Aspirationen von beiden Seiten sich das Gleichgewicht halten, so kann umgekehrt eine ausnahmsweise Vermehrung desselben die Aspiration von Nordwesten her unterstützen und so zur kräftigen Entwicklung des Föhns mitwirken ¹⁾.

II.

Luftbewegung.

Nachdem wir im Vorstehenden die den Föhn charakterisierenden Luftdruckerscheinungen zu ermitteln und nach verschiedenen Richtungen hin zu beleuchten versucht haben, wenden wir uns im Nachfolgenden den durch jene Störungen des atmosphärischen Gleichgewichts hervorgerufenen Bewegungen im Luftreiche zu, welche als Föhn bezeichnet zu werden pflegen, und betrachten diesen Wind hier zunächst als rein dynamisches Phänomen, indem wir vorläufig seine übrigen physikalischen Eigenthümlichkeiten wie Wärme und Trockenheit ganz ausser Acht lassen oder doch

¹⁾ Wettstein, l. c., p. 350 u. 351.

nur insoweit berücksichtigen, als eine vergleichende Betrachtung derselben zum Verständniss des uns hier speciell interessirenden Erscheinungscomplexes unerlässlich nothwendig ist.

Wenn schon die Bewegungen und Strömungen, die ein gewöhnlicher das Flachland überwehender Sturm im Luftreiche hervorruft, sehr mannigfacher und verwickelter Art sind, so leuchtet ein, dass dies in noch höherem Masse der Fall sein muss bei einem Gebirgswinde, der, wie der Föhn, ein Gebiet von so unregelmässiger Plastik des Bodens überweht, wie die Alpenländer es darstellen. Ein Blick auf das Relief dieses Gebiets genügt schon, um sofort zu zeigen, dass die Bewegung eines diese Districte überwehenden Windes keine einfache sein kann, sondern eine ebenso verwickelte sein muss wie das Relief des Bodens, über welchen hier die bewegte Luft hinstreicht. Aus den bedeutenden verticalen Erhebungen, welche das Relief der Alpen aufweist, ergiebt sich zunächst, dass die Bewegung eines über sie hinstreichenden Luftstromes nicht bloß eine rein horizontale sein kann, sondern gleichzeitig eine mehr oder minder verticale resp. zur Horizontalebene geneigte sein muss. Diese beiden Bewegungsarten, welche die Hauptcomponenten bilden in dem sehr verwickelten Complex der dynamischen Phänomene, die den Föhn als mechanisches Agens charakterisiren, erleiden aber selbst wieder sehr mannigfache örtliche Modificationen durch die Gestalt des Bodens, insofern die Horizontalbewegung durch Richtung und Gestalt der Thalrinnen, die Verticalbewegung aber durch grössere oder geringere Höhe, mehr oder minder steilen Aufbau und jähen Abfall der sie umschliessenden Bergketten und Gebirgsmassivs bedingt ist.

Von diesen Factoren hängen fast ausschliesslich alle jene verwickelten Bewegungserscheinungen ab, die theils als Ablenkungen, theils als Windfälle und Wirbel den Föhn zu begleiten pflegen, die aber nichts weiter sind als Verbindungen jener beiden Hauptbewegungen, auf deren Zusammenwirken und Ineinandergreifen sie in letzter Instanz sich alle zurückführen lassen.

1. *Richtung der Luftbewegung.*

a. Horizontalbewegung.

Von vornherein ist klar, dass ein Luftstrom, der über ein vielgestaltiges Berggebiet hinstreicht, wie die Alpenländer es darstellen, namentlich in seinen unteren Schichten, die unmittelbar über der Erdoberfläche sich hinbewegen, durch das Relief dieser Oberfläche in seiner Bewegungsrichtung mannigfache Ablenkungen erfahren wird. Jede Bergkette, jedes Erhebungsmassiv bildet gleichsam eine natürliche Schranke, die einen gegen sie andringenden Luftstrom aufhält und ablenkt, jedes Thal dagegen eine natürliche Rinne, die einen in dasselbe eindringenden Luftstrom zwingt, seiner Längsachse entweder aufwärts oder abwärts zu folgen. Es wird sonach keineswegs überraschen, wenn wir den Föhn, obgleich derselbe im Allgemeinen ein Südwind ist, je nach Bodengestalt und Anordnung der umliegenden Thäler und Bergketten an der einen Station als Südwestwind, an der andern als Südostwind, an noch anderen Orten vielleicht gar als ziemlich ausgesprochenen Ost- oder Westwind auftreten sehen. Rein südlich ist der Föhn fast immer auf dem Rigi, zu Marschlins, Altstätten, Zernetz, Auen, Thusis und Bex. Bei gut entwickelten Föhnwinden weht auch auf dem Splügen, Bernardin und Gotthard regelmässig ein heftiger Südstrom. Südöstlich ist der Föhn in Meiringen, Engelberg, Altorf, Glarus, Sargans und Klosters. Aus Südwesten weht er in Chur, Churwalden und Platta. Ebenso ist auf dem Julier, Simplon und Bernhard bei Föhnwetter der Südwest vorherrschend. Ein Blick auf eine Bergkarte der Schweiz genügt, um sofort zu zeigen, wie die verschieden verlaufenden Thälrennen es sind, die, als natürliche Canäle dienend, den genannten Orten den Föhn zuführen und so auf den verschiedenen Stationen die Verschiedenheit seiner Bewegungsrichtung erzeugen ¹⁾.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen wenden wir uns der specielleren Untersuchung einzelner Föhnfälle hinsichtlich ihrer Luftbewegung zu. Auch in dieser Beziehung ist es vor allen wieder der so überaus merkwürdige Föhnsturm vom 23. September

¹⁾ Wettstein, l. c., p. 335.

1866, der uns an der Hand von Dufours ¹⁾ sorgfältigen Ermittlungen die lehrreichsten Aufschlüsse bietet. Vom Morgen des 20. September ab war die Atmosphäre an mehreren Punkten Europas schon bewegt, besonders im Norden — über dem Canal, in England, zu Stockholm, Haparanda — wo ziemlich starke West- oder Südwestwinde herrschten. Am folgenden Tage war der Südwest über dem Canal schon heftiger geworden und hatte sich bis in das mittlere Europa ausgedehnt, wo auf mehreren Stationen — Leipzig, Zittau, Freudenstadt, Schopfloch — mehr oder weniger heftige Südwestwinde herrschten. Schon an diesem Tage begann die Luftbewegung an einigen Punkten der Schweiz; aber der eigentliche Föhn wurde erst am 22. allgemein herrschend. Während der Dauer dieses Tages war die Luftbewegung über dem Canal und dem grössten Theil Frankreichs sehr stark. Vom Morgen an herrschte im westlichen und nördlichen Europa Süd-südwest und mehrere im Norden der Alpen gelegene Stationen des österreichischen Netzes notiren starke Südwest-, Süd- oder Südostwinde. An diesem Tage trat der Föhn schon deutlich entwickelt an den meisten Stationen des schweizerischen Netzes auf und erlangte besonders am Abend des 22. und in der darauf folgenden Nacht an vielen Punkten eine ganz ausserordentliche Kraft. Während des 23. wüthete der Sturm mit grosser Heftigkeit weiter und machte sich selbst an Orten fühlbar, wo an den vorhergehenden Tagen die Luft ruhig geblieben war. Während dieser Zeit wurden auch an den Küsten Spaniens, an den Südküsten Frankreichs, im Rhonethal, im mittleren Frankreich sowie auf mehreren württembergischen Stationen starke Südsüdwest-, Süd- und Südostwinde mit zunehmender Heftigkeit beobachtet. Am 24. war die Bewegung der Luft im Allgemeinen eine geringere; doch herrschte der Föhn immer noch an mehreren Punkten der Schweiz, wenn gleich mit verminderter Stärke. Auch in Friedrichshafen, Schopfloch, Stuttgart, Innsbruck, Salzburg etc. waren noch gut charakterisirte Südwest-, Süd- und Südostwinde wahrzunehmen. Am 25. verschwindet der Föhn auch auf den letzten schweizerischen Stationen, auf denen er bisher noch geherrscht.

¹⁾ Dufour, l. c., p. 20.

hatte, und gleichzeitig werden in ganz Europa die Winde veränderlich, wobei jedoch die Süd- und Südwestrichtung auf der Mehrzahl der Stationen, auf denen die Bewegung eine raschere ist, die vorherrschende bleibt.

Ganz anders als der eben geschilderte ist der Zustand der Atmosphäre im Süden der Alpen vor und während der in Rede stehenden Föhnperiode. In der Zeit vom 16. bis 19. September herrschen hier veränderliche wenig ausgesprochene Winde. Das Wetter ist im Allgemeinen gut, ausgenommen am 18., an welchem hie und da Gewitter auftreten. Aus den Aufzeichnungen, die auf den Stationen des italienischen Netzes während dieser Zeit gemacht wurden, ergibt sich, dass in Nicolosi, welches in 673^m Höhe am Abhange des Aetna liegt, in der Zeit vom 16. bis 26. September das Wetter gut und die Luft wenig bewegt war. Nach der Richtung zu schliessen, welche der aus dem Krater des Vulkans aufsteigende Rauch nahm, herrschte in den oberen Regionen der Atmosphäre eine schwache Südwestströmung. Auch über dem Festlande von Italien wehen in dieser ganzen Zeit schwache veränderliche Winde von wenig ausgeprägtem Charakter. In Mondovi ist das Wetter vom 19. bis 22. ruhig und schön; der Wind weht schwach aus Südost, West, Südwest und Ost. In Camerino herrschen am 20. und 21. etwas stärkere Nordost- und Südwestwinde, die an den beiden darauf folgenden Tagen in Ost- und Südostwinde übergehen. In Neapel setzt der Wind am 21. aus Süd nach Nordwest um. Zu Reggio in Calabrien herrscht am gleichen Tage ein matter Nordwest, in Cività vecchia schwacher Süd oder Südost, in Alexandria schwacher Südwest, in Ancona Südost, in Turin Nord, in Genua Nordost und Südwest. Auch am Südfuss der Alpen wehen veränderliche Winde: in Aosta Ost, in Pallanza Nordost bis Südost, in Laibach Nordwest und West. In den Tagen vom 22. bis 24. September, während welcher vom Nordfuss der Alpen bis zum Meere Südost-, Süd-, Südsüdwest- und Südwestwinde mit so grosser Heftigkeit wütheten, blieb die Atmosphäre über ganz Italien ziemlich ruhig. In Palermo setzt der Wind in dieser Zeit von Westsüdwest nach Nordnordost um; in Neapel weht schwacher Südost, Südwest oder Nord; in Rom Nord, Süd und Südsüdwest; in Cività vecchia Südost; in Lugano zuerst Nord, dann Südost; in Mailand Nordwest und Ostnordost;

in Turin Nord und Nordost; in Pallanza Nordwest, Nordost und Südwest; in Aosta Ost und Nordwest.

Man findet also auf keiner der italienischen Stationen eine Luftbewegung, die mit der über der Schweiz sowie dem nördlichen und westlichen Europa herrschenden in Uebereinstimmung stände. Selbst die dem Südfuss der Alpen am nächsten gelegenen Orte zeigen eine Ruhe der Atmosphäre, welche nichts ahnen lässt von der gewaltigen Aufregung, in welcher sich dieselbe nur wenige Kilometer weiter am Nordabhang der Alpen befand. In Courmayeur, Aosta, Châtillon, Faïdo, Trient wie auch an anderen Orten am Südfuss der Alpen ist die Luft fast vollständig unbewegt, während drüben in Zermatt, Reckingen, Martigny, Altorf und anderen Nordstationen der wüthendste Föhn rast.

Die Beobachtungen der Luftbewegung bestätigen sonach im vollsten Umfange die Schlüsse, die aus der Vergleichung der Barometercurven gezogen wurden. Der vom 22. bis 24. September in der Schweiz herrschende Föhn steht im Zusammenhange mit einem Sturm, der über dem westlichen und nördlichen Europa herrschte, hat sich aber in Italien weder im nördlichen unmittelbar am Südfusse der Alpen, noch im südlichen Theil dieses Landes irgendwie fühlbar gemacht. Es kann also davon gar keine Rede sein, dass der Föhn vom 23. September 1866 ein Scirocco gewesen, der aus Italien kommend die Alpen überschritt.

Nachdem wir im Vorstehenden gesehen haben, wie verschieden die Richtungen der Luftströme waren, die vor und während der in Rede stehenden Föhnperiode im Norden und Süden der Alpen herrschten, kommen wir nunmehr zu der Horizontalbewegung, die der Wind in der Schweiz selbst während der eigentlichen Föhntage zeigte und werden uns nach dem, was oben gesagt wurde, nicht wundern, wenn wir sehen, wie die Richtung dieser Horizontalbewegung¹⁾ je nach Gestalt des Bodens wie Anordnung der Thäler und der sie einschliessenden Bergketten eine ganz verschiedene ist. Im Allgemeinen war zu bemerken, dass der Föhn vorherrschend aus Süd, Südwest und Südost wehte und es kann die Südrichtung als die mittlere angesehen werden. Vom 22. bis 25. September wehte Südwest auf dem Bernhard, Simplon, Splügen

¹⁾ Dufour, l. c., p. 24.

und Julier; ferner zu Chaumont, la Chaux de Fonds, Neuchatel, Zermatt, Medels, Bevers und Altstätten; reiner Süd herrschte ausser auf der Passhöhe des Bernardin zu Bex, Zug, St. Gallen, Sargans und Thusis; Südost wurde beobachtet in Zürich, Glarus, Trogen und Zernetz. Trotz seiner Heftigkeit behielt er auf den meisten Stationen ziemlich gleichmässig die einmal eingeschlagene Richtung bei; nur auf einigen wenigen finden wir Aenderungen in der Richtung notirt. So wehte er in Ste. Croix und Chur zuerst aus Südwest, dann aus Südost. Indessen bleiben diese Fälle doch nur vereinzelt und es lässt sich in dieser Richtungsänderung weder eine grössere Allgemeinheit noch eine gewisse Regelmässigkeit entdecken. Localverhältnisse, deren Einfluss oft schwer sich nachweisen lässt, rufen nicht selten sehr eigenthümliche zeitweilige Unregelmässigkeiten in der Richtung der verschiedenen Luftströmungen hervor. Dies ist auch beim Föhn vom 23. September vielfach der Fall. So war in Stans am Morgen des 23. die Luft noch vollständig ruhig, obgleich ihre erhöhte Temperatur schon ziemlich sicher auf die Ankunft des Föhns hindeutete. Bald liessen sich auch Windstösse wahrnehmen, die sich mit zunehmender Heftigkeit wiederholten. Ihre Richtung aber war Anfangs eine nördliche, nordöstliche bis östliche und erst nach 4 h pm nahm der Föhn seine normale Südrichtung an. In Olten war am Morgen des 24. zu einer Zeit als der Föhn noch ziemlich allgemein in der Schweiz herrschte, die Luft ruhig; während des Tages aber wehte hier ein ziemlich starker Nordwind, obgleich die Wolken mit dem Südweststrom zogen. Dieser Nordwind war wahrscheinlich nichts anderes als ein zurückkehrender Föhn; denn die Temperatur blieb während der Dauer des 24. beständig hoch. Im Ormondsgebiet wehte der Föhn Anfangs klar von Süd nach Nord; später setzte ein zweiter Strom ein, der wahrscheinlich durch eine von den benachbarten Bergen bewirkte Ablenkung erzeugt wurde. Dieser zweite Strom bewegte sich thalaufwärts wie ein gewöhnlicher Südwest. In denjenigen Thälern, die die Hauptaxe der Alpenkette rechtwinklig schneiden, wehte der Föhn bald von Süd, bald von Südwest oder Südost. Die Thatsache, dass seine Richtung an Stationen, die nur in geringer Entfernung von einander liegen, nicht dieselbe war, ist, wie schon oben bemerkt wurde, lediglich örtlichen Einflüssen

zuzuschreiben. Aus Südwest wehte der Föhn in Andermatt, aus Süden in Altorf, Zug, Thusis und Klosters; aus Südost in Rathhausen und Marschlins; aus Süden und Südwesten in Reichenau, Chur und Altstätten; aus Südwest und Südost in Churwalden; aus Süd und Südost in Sargans. Im Rhonethale wehte der Föhn zu Reckingen im Oberwallis Anfangs aus Südost, später aus Südwest; in Gliss am Nordfusse des Simplon kam er am 22. aus Südwest, am 23. und 24. aus Südost; in Martigny war seine Richtung südöstlich, in Bex südlich, in Montreux südlich oder südöstlich. Man sollte nun glauben, dass die höher und in grösserer Entfernung von der Hauptkette der Alpen gelegenen Stationen eine grössere Uebereinstimmung in der Stromrichtung zeigen müssten. Dem ist jedoch nicht so. Wider Erwarten finden wir auch da nicht unbedeutende Abweichungen.

In Bludenz tritt der Föhn fast ausnahmslos als ein Südostwind auf, der von dem vergletscherten Bergmassiv der Silvrettragruppe sich herabstürzt und das von Südost nach Nordwest verlaufende Illthal seiner ganzen Länge nach durchzieht. Während einer Beobachtungsperiode von zehn Jahren wurden hier allein im Herbst und Winter nicht weniger als 191 solcher Südostwinde gezählt, die eine mittlere Temperatur von $14,0^{\circ}$ — im Herbst $16,8^{\circ}$, im Winter $11,2^{\circ}$ — und eine mittlere relative Feuchtigkeit von 27 % hatten, also die charakteristischen Merkmale des Föhns unverkennbar an sich trugen ¹⁾.

In den Umgebungen von Innsbruck tritt der hier unter dem Namen *warmer Wind* ²⁾ bekannte Föhn gewöhnlich als Süd- oder Südwestwind auf, der sich vom Centralkamm der Hochalpen durch die Querspalten des Piz-, Oetz- und Sillthals in die grosse Längsfurche des Innthals herabwirft und hier oft mitten im Winter und Vorfrühling jene so überraschenden klimatischen und phänologischen Erscheinungen hervorruft, die bisher noch viel zu wenig beachtet worden sind. Die gleiche Richtung zeigt der Föhn in der Regel auch weiter östlich in denjenigen Theilen der österreichischen und bairischen Alpen, wo er noch vorkommt, wie in den Umgebungen von Salzburg und an den Ufern des Chiemsees.

¹⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz, p. 3.

²⁾ Kerner, der Föhn im Innthale; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., III, p. 346—348.

Dass durch Umkehrung der den gewöhnlichen Föhn erzeugenden Luftdruckvertheilung bisweilen auch ein Wind entstehen kann, der die dem gewöhnlichen Föhn entgegengesetzte Richtung zeigt und deshalb Nordföhn genannt worden ist, wurde bereits nachgewiesen.

b. Verticalbewegung.

Es giebt in den Alpen eine Menge von Orten, die nach allen Seiten hin so vollständig von Gebirgsketten umschlossen sind, namentlich aber gegen Süden hin von so jäh ansteigenden Bergmassivs überragt sind, dass man meinen sollte, dieselben müssten vor heftigen Winden, besonders aber vor dem von Süden her kommenden Föhn vollständig geschützt sein. Von dieser rein theoretischen, durch die Erfahrung aber durchaus nicht bestätigten Annahme, dass hochaufsteigende Bergmassivs unter allen Umständen windabwehrend und somit schutzwährend wirken müssen, geht ein grosser Theil neuerer klimatherapeutischer Schriften aus. So kann man z. B. in dem *die Bäder und klimatischen Curorte der Schweiz* betitelten Buche von Gsell-Fels über Lage und Klima von Engelberg Folgendes lesen: „Nordwinde und heftige Luftströmungen werden durch den Gebirgskranz abgehalten; vorwiegend sind die Südwestwinde und die Südostwinde; im Ganzen aber gehört das Thal zu den sehr windgeschützten“¹⁾. An einer anderen Stelle heisst es in Bezug auf die im Klönthal in unmittelbarer Nähe von Voraueu gelegene Curanstalt Richisau: „Im Norden, Süden und Westen ist der Thalkessel vollständig durch Berge geschützt“²⁾. Beide Behauptungen entsprechen nicht ganz den an den genannten Orten gemachten Beobachtungen. *Umgeben* sind allerdings beide Orte von hohen Bergketten, *geschützt* aber sind sie vor heftigen Luftströmungen durch diese Bergmassivs durchaus *nicht*. Weder das Klönthal, noch das Engelbergerthal erfreut sich einer windgeschützten Lage. Es gehört vielmehr, wie schon früher nachgewiesen wurde, gerade das in unmittelbarer Nähe von Richisau am Nordfuss des Glärnisch gelegene Voraueu ebenso wie das an

¹⁾ Gsell-Fels, *die Bäder und klimatischen Curorte der Schweiz*, Zürich 1880, p. 316.

²⁾ Ibid. p. 516.

der nördlichen Basis des Titlis befindliche Engelberg zu den Föhnstationen ersten Ranges. Um zu zeigen, was es mit dem von Gsell-Fels gepriesenen Windschutz, welchen Engelberg von den umliegenden Erhebungen geniessen soll, in Wahrheit für eine Bewandniss hat, sei von zahllosen Zeugnissen, die sich dafür beibringen liessen, hier nur eins angeführt. „Im Juli 1877 erlebte ich“ — sagt Fuchs ¹⁾ in einem in der Section Meran gehaltenen Vortrage über den Föhn der Alpen und Grönlands — „in Engelberg einen mehrtägigen Föhnsturm. Die Luft stürzte damals über alle die Berge vom Surenenpass an über Spanörter und Titlis hinweg mit furchtbarer Gewalt in das geschlossene aus einem See entstandene Thalbecken herab und tobte in dem Kessel in der wildesten Weise durcheinander, indem die von Süd, Südost und Südwest herabkommenden Windstösse allerwärts anprallten und sich durchkreuzten“. Dass derartige Föhnstürme aber in Engelberg gar nichts Seltenes sind, sondern alljährlich zu gewissen Zeiten, namentlich im Herbst, Frühling und Winter sich häufig wiederholen, zeigt ein einziger Blick auf die alljährlich veröffentlichten schweizerischen meteorologischen Beobachtungen ²⁾. Diese auffallende Erscheinung aber, dass in einem Thalkessel, welcher rings von hohen Gebirgsstöcken so vollständig umschlossen ist wie das alte Seebecken von Engelberg, die Luft so häufig und heftig von Stürmen erschüttert wird, wie dies hier geschieht, wäre undenkbar, wenn nicht der Föhn mit seiner Horizontalbewegung gleichzeitig auch eine Verticalbewegung vereinigte. Dies ist denn auch thatsächlich der Fall und es können diese Föhnstürme, wie sie die Atmosphäre des Thalkessels von Engelberg und ähnlich gestalteter Becken durchwühlen, mit Mühry ³⁾ ganz bezeichnend *Windfälle* genannt werden, insofern die bewegte Luft nicht etwa bloß über den Thalgrund hinstreicht, sondern sich wasserfallartig aus der Höhe nach der Tiefe hinabstürzt. Dies wird auch durch

¹⁾ Fuchs, der Föhn der Alpen und der Föhn von Grönland; Zeitschr. d. deutsch. u. österr. A.-V., X, p. 39.

²⁾ Billwiller, schweizerische meteorologische Beobachtungen, Zürich.

³⁾ Mühry, Untersuchungen über die Theorie und das allgemeine geographische System der Winde, Göttingen 1869, p. 170.

Beobachtungen, die an anderen gleich oder ähnlich gelegenen Orten gemacht wurden, vollkommen bestätigt. Der Flecken Bovernier im Val d'Entremont liegt am Nordfuss des Mont Catogne und scheint durch diesen 2500 m hohen Bergstock vor jeder aus Süden kommenden Luftströmung vollkommen geschützt zu sein. Trotzdem herrschte hier der Föhn vom 23. September 1866 mit grosser Heftigkeit, kam auch nicht etwa in der Thalrichtung von Sembrancher, sondern stürzte unmittelbar aus Süden von der Höhe des Mont Catogne herab. Das Ormondsthal bildet an seinem oberen Ende ein circusartiges Felsenamphitheater, welches der Creux des Champs genannt wird und in seiner Gestalt an die Cirques von Gavarnie und Bielsa in den Hochpyrenäen erinnert. Derselbe ist gegen Süden und Südosten umschlossen von den jäh ansteigenden Wänden des gewaltigen Bergmassivs der Diablerets, dessen Gipfel eine mächtige Umfassungsmauer bilden und den Grund des Thalkessels um mindestens 2000 m überragen. Gerade hier unmittelbar am Fusse dieser gewaltigen Felsenwände begann der Föhn in der Nacht vom 22. zum 23. September zuerst sich fühlbar zu machen und zwar wehte er genau von Süd nach Nord, was schlechterdings undenkbar wäre, wenn nicht die in das Thal eindringenden Luftmassen eine stark geneigte Richtung zum Horizont gehabt, sich gleichsam nach dem Grunde des Beckens hinabgestürzt hätten. Dieselbe Beobachtung wurde im Thal von Frenières gemacht, wo der Föhn gerade in denjenigen Theilen am heftigsten auftrat, welche im Süden von den hohen zum Massiv der Dent de Morcles gehörigen Bergketten überragt sind ¹⁾. Genau die gleichen Wahrnehmungen lassen sich beim Wehen des Föhns in Engelberg am Nordfusse des Titlis, in Vorauen am Nordfusse des Tödi sowie an vielen anderen ähnlich gelegenen Orten machen — Wahrnehmungen, die insgesamt die Thatsache unzweifelhaft bestätigen, dass der Föhn nicht bloß eine Horizontal-, sondern gleichzeitig auch eine Verticalbewegung vollziehen muss, um über die Gipfel der hohen Bergmassivs in den Grund der an ihrem Nordfuss eingebetteten Thalwannen zu gelangen ²⁾.

Wie gross die Einfallswinkel dieser niederstürzenden Luft-

¹⁾ Dufour, l. c., p. 25—26.

²⁾ Wettstein, l. c., p. 336.

strömungen an verschiedenen Orten sein müssen, lässt sich aus den Horizontal- und Verticalabständen der betreffenden Orte von den sie überragenden Bergmassivs leicht berechnen. Die Station Vorauen im Klönthal hat beispielsweise einen Horizontalabstand von 10000 m von dem im Süden sich erhebenden Gebirgsmassiv des Tödi, während die Höhendifferenz etwa 2000 m beträgt. Es muss sonach die Luftmasse, die von den Höhen jenes Bergstocks nach der genannten Station sich niederstürzt, unter einem Winkel von $11,3^\circ$ gegen die Horizontale sich abwärts bewegen. Die Station Engelberg ist vom Nordfuss des Titlis nur 6000 m entfernt und liegt 2000 m tiefer als die Kammhöhe des genannten Gebirgsstocks. Die über diesen Kamm in das Engelbergerthal sich hinabstürzende Föhnluft fällt sonach unter einem Winkel von $18,4^\circ$ gegen die Horizontale ein. Noch bedeutender ist dieser Neigungswinkel in dem schon oben erwähnten Creux des Champs. Der Grund dieses Felsencircus hat einen Horizontalabstand von nur 3000 m vom Nordfuss der gegen Süden und Südosten ihn umschliessenden Bergmauer der Diablerets, während die Höhendifferenz zwischen Thalsohle und Bergkamm auch hier volle 2000 m beträgt. Demnach müssen die Luftströmungen des hier sehr häufig und heftig auftretenden Föhns unter einem Neigungswinkel von nicht weniger als $33,6^\circ$ sich niedersenken. Das von der Ill durchströmte Montavon, in dessen Mitte die schon mehrfach erwähnte Föhnstation Bludenz gelegen ist, wird gegen Südosten von dem gewaltigen Bergmassiv der stark vergletscherten Silvretta-Gruppe abgeschlossen, deren mittlere Kammhöhe 2800 bis 2900 m beträgt, während die tiefste Passeinsattelung nicht unter 2500 m liegt. Gegen Süden und Südwesten wird das Thal von der nur um wenig niedrigeren Rhätikonkette überragt, aus welcher fast genau im Süden von Bludenz das Gletschermassiv der Scesaplana noch bis zu einer Seehöhe von 2968 m sich erhebt, so dass also die an der genannten Station als Süd- und Südostwinde auftretenden Föhnwellen aus einer relativen Höhe von mindestens 2000 m sich herabstürzen. Da nun die genannten Bergstöcke im Durchschnitt denselben horizontalen Abstand von Bludenz haben wie der Tödi von Vorauen und auch die Verticaldifferenz hier wie dort ziemlich dieselbe ist, so wird der Föhn zu

Bludenz im Mittel unter einem Neigungswinkel von ca. 10 bis 11° die Thalsohle treffen müssen ¹⁾.

Um dieses Herabsteigen des Föhns in die inneren Alpentäler zu erklären, nahm Wild eine saugende Wirkung des über die Bergkämme hinbrausenden Sturmes an. Er sagt in seiner Rectoratsrede *über Föhn und Eiszeit* ²⁾: „Einer weiteren gegenwärtig allgemein bekannten weil bereits vielfach praktisch verwertheten Thatsache zu Folge wird in einem oben offenen sonst aber geschlossenen Raum jedesmal die Luft verdünnt, wenn ein kräftiger Luftstrom über den Rand der Oeffnung hinstreicht. Dies wird auch mit der in unseren inneren Alpentälern stets mehr oder minder abgeschlossenen Luft geschehen, wenn ein heftiger Sturm über die einschliessenden Gebirge hinbraust. Die Folge davon ist aber, dass dieser Luftstrom in den durch die entgegenstehende Gebirgswand vor ihm geschützten Raum hinein aspirirt wird, also der Sturm nach und nach auch in das Thal heruntersteigt“. Eine andere von dieser durchaus abweichende Ansicht vertheidigt der französische Meteorologe Hébert ³⁾ in einer verdienstvollen Arbeit über die grossen Bewegungen der Atmosphäre im Winter 1876/77, in welcher er auch auf die Theorie des Föhns und des Scirocco eingeht. Nach ihm sind der Föhn der Alpen und der Scirocco der Mittelmeerländer, obgleich sie verschiedene Namen tragen, doch gleicher Abkunft. In Bezug auf den Föhn verwirft auch er wie die meisten modernen Meteorologen die Hypothese eines saharischen Ursprungs und schliesst sich der Theorie Hanns insoweit an, als er zugiebt, dass feuchte Luft, welche gezwungen ist, auf der einen Seite des Gebirges aufzusteigen, beim Herabsinken auf der entgegengesetzten Seite sich erwärmen und dabei trocken werden müsse. Dagegen vermisst er in dieser Theorie

¹⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz, p. 5.

²⁾ Wild, über Föhn- und Eiszeit, p. 30.

³⁾ Hébert, étude sur les grands mouvements de l'atmosphère et sur le Foehn et le Sirocco pendant l'hiver 1876/77; Atlas météorologique de France, Tome VIII.

Hébert, étude sur les grands mouvements de l'atmosphère et sur les lois de formation et de translation de tourbillons; Comptes rendus de l'académie des sciences 29. avril 1878.

ein ausreichendes Motiv für das Herabsinken der Luft. Nach Hébert ist es mit dem Gesetz der Trägheit nicht vereinbar, dass ein Luftstrom, der einmal eine aufsteigende Richtung angenommen hat, sobald er auf dem Kamm des Gebirges angelangt ist, ohne Weiteres eine andere Richtung einschlägt als die der Tangente zum letzten Theil der beschriebenen Bahn. Er schliesst sich daher in diesem die Verticalbewegung betreffenden Punkte der Ansicht Fayes ¹⁾ an, der in einer Abhandlung im Jahrbuch des Längenbüreaus Hanns Theorie verwirft und dafür die Hypothese aufstellt, dass sich beim Anprall der grossen Cyklonen an den hohen Gebirgsmauern Wirbel bilden, in denen die Luft herabsteige, wobei sie die bekannten Eigenschaften des Föhns annehme. Dieser Ansicht der beiden französischen Meteorologen ist in neuester Zeit Billwiller entschieden entgegengetreten, indem er jene Luftwirbel, die nach Fayes Hypothese an den Gebirgskämmen sich bilden sollen, für sehr fraglich erklärt. Wenn Hébert als Beleg für die Bildung jener Luftwirbel darauf hinweist, dass beim Auftreten des Scirocco in den Pyrenäen, im Golf von Gascogne oder sonst in der Nähe desselben stets ein barometrisches Minimum zu finden sei, so gesteht Billwiller zwar das Vorhandensein eines solchen Minimums zu, bestreitet aber, dass dasselbe örtlicher Natur sei, behauptet vielmehr, dass dieses barometrische Minimum in den meisten Fällen bereits ausgebildet vom Ocean herüber, nicht aber von den Pyrenäen herab komme. Ferner bestreitet Billwiller auch die Richtigkeit der von Hébert aufgestellten Behauptung, dass in ganz ähnlicher Weise beim Auftreten des Föhns in der Schweiz eine deutlich ausgesprochene locale Barometerdepression in der Gegend zu treffen sei, wo der Föhn am stärksten sich zeigt. Alles, was Hébert ermittelt haben kann, beschränkt sich nach Billwiller darauf, dass beim Föhn die auf der Nordseite der Alpen gelegenen Stationen einen tieferen Luftdruck zeigen, als die an ihrem Südhang befindlichen Beobachtungsorte. Dieser

¹⁾ Faye, annuaire du bureau des longitudes 1877.

²⁾ Billwiller, Mittheilungen über den Föhn; Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich redig. v. Wolf, Jahrg. XXI, 1. Heft, p. 111. Zürich 1876.

Billwiller, Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., XIII, p. 319.

starke Gradient wird aber vollkommen erklärt durch die Scheidewand der Alpen, die, wie schon unter Barometrie nachgewiesen wurde, eine Ausgleichung der Dichtigkeit der unteren Luftschichten verhindert. Von örtlichen Luftwirbeln ist dagegen während des Föhns an den Gebirgskämmen der Alpen nichts wahrzunehmen ausser etwa bei zufällig sich bildenden Gewittertromben im Sommer. Die erregende Ursache der Föhnstürme ist also durchaus nicht immer, wie vielfach irrthümlich angenommen wird, in einem die Alpen von Süd nach Nord überwehenden Luftstrom zu suchen; sie liegt auch nicht jenseits der Alpen am Südfusse dieses Gebirges, sondern, wie schon oben gezeigt wurde, in den meisten Fällen diesseits im Nordwesten dieses mächtigen Bergwalls und jene geheimnissvolle Kraft, welche nach der Annahme der französischen Meteorologen das Herabsinken der bewegten Föhnluft verursacht, ist nichts anderes als die Aspiration eines Barometerminimums, welches zwischen der Bai von Biscaya und Nordschottland in grösserer oder geringerer Entfernung von den Alpen vorüberzieht. Diese Barometerminima, um welche sich die Luft von allen Seiten her in Spirallinien nach dem Depressionscentrum hin bewegt, ziehen zunächst die über Frankreich und Central-europa liegenden Luftmassen in den Wirbelsturm hinein, später aber auch die Luft über dem Hochplateau der Nordschweiz und den diesseitigen Alpenthälern. Die Aspiration, die zunächst in den unteren Schichten sich geltend macht, saugt die Luft aus den nach Norden und Nordwesten sich öffnenden Thälern heraus; durch die so entstehende Verdünnung wird ihr Gleichgewicht gestört und in Folge dessen dringt zunächst die über den Alpenkämmen, sodann die unter höherem Druck über dem jenseitigen Gebirgshang lagernde Luft über die Einsattelungen der Passlücken mit grosser Kraft in den luftverdünnten Raum, der über dem diesseitigen Gebirgshang sich gebildet hat, durchströmt die als natürliche Canäle dienenden Rinnen der Bergthäler in derselben Weise wie das Wasser der diesen Thalrinnen folgenden Ströme und breitet sich am Ausgange derselben über den Ebenen des vorliegenden Flachlandes aus¹⁾).

¹⁾ Billwiller, Referat über eine Abhandlung von Hébert; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., XIII, p. 320.

c. Wolkenzug.

Es ist von massgebender Seite längst erkannt und zugestanden worden, dass es ganz unmöglich ist, die überaus verwickelten Gesetze der atmosphärischen Erscheinungen, namentlich aber die der dynamischen Meteorologie, auf welchen die mannigfachen Bewegungen im Luftkreise beruhen, genügend zu ermitteln, wenn man, wie es bisher zumeist geschah, lediglich darauf sich beschränkt, diejenigen Witterungsvorgänge zu beobachten und zu verzeichnen, welche unmittelbar an der Erdoberfläche und in den ihr zunächst liegenden Luftschichten sich vollziehen, wo wir nicht einmal die Hälfte des grossen atmosphärischen Circulationsprocesses vor Augen haben, dass es vielmehr unerlässlich nothwendig ist, unsern beobachtenden Blick von der Scholle hinweg bis in jene Regionen des Luftreichs hinaufschweifen zu lassen, wo hoch über unseren Häuptern Ereignisse und Vorgänge sich vollziehen, deren Kenntniss ebenso wichtig für uns ist wie die Bekanntschaft mit dem, was in unserer unmittelbaren Nähe geschieht, wenn anders wir eine klare Einsicht gewinnen wollen in den inneren Zusammenhang und die ursächliche Abhängigkeit der grossen atmosphärischen Erscheinungen wie in die Gesetze, durch welche ihr ununterbrochener Kreislauf geregelt wird.

Dieser Erkenntniss und den rastlosen Bemühungen zielbewusster Forscher verdanken eine Anzahl meteorologischer Hochstationen ihre Entstehung, deren Zustandekommen ein epochemachendes Ereigniss ist in der Geschichte der modernen Meteorologie und ein recht erfreulicher Fortschritt auf dem Wege zu dem gemeinsamen hohen Ziele, dem auch diese Wissenschaft so rüstig zustrebt. In richtiger Würdigung des eben Ausgeführten ging Frankreich in aner kennenswerther Weise mit gutem Beispiel voran und errichtete Observatorien auf dem Gipfelplateau des Puy de Dôme 1463 m im Hochland der Auvergne und auf der Spitze des Pic du Midi de Bigorre 2877 m am Nordhang der Centralpyrenäen, zwei äusserst wichtige Hochstationen, auf welchen bereits seit einiger Zeit regelmässige meteorologische Beobachtungen angestellt werden. Auch die Schweiz, wo wissenschaftliche Interessen von jeher warme Fürsprache und rege Förderung fanden, blieb nicht lange zurück und schuf in ihrem meteorologischen Netz ein

Institut ersten Ranges, dessen wissenschaftliche Leistungen bereits auf das Trefflichste sich bewährt haben. Auch dieses Netz besitzt eine Anzahl von Höhenstationen, die in neuester Zeit eine überaus werthvolle Vermehrung erfahren haben durch das grosse Observatorium ersten Ranges, das im Jahre 1882 auf dem Gipfel des Sántis in einer Seehöhe von 2467 m errichtet wurde.

Allein bei all diesen aner kennenswerthen Fortschritten, die die beobachtende Witterungskunde in neuester Zeit gemacht hat, ist doch die Zahl der für die orographische Meteorologie so überaus wichtigen Höhenstationen eine immer noch allzu geringe und die Seehöhe der auf ihnen errichteten Observatorien eine verhältnissmässig noch viel zu wenig bedeutende, als dass die auf ihnen ausführbaren Beobachtungen ausreichen könnten, um die in den oberen Schichten der Atmosphäre sich vollziehenden Witterungsvorgänge gründlich und allseitig zu ermitteln. Um eine genaue Kenntniss dieser so überaus wichtigen Vorgänge möglich zu machen, darf man sich daher nicht mehr mit den auf jenen Bergstationen gemachten directen Beobachtungen begnügen, sondern muss auch jene indirecten Beobachtungen zu Hilfe nehmen, die bis in die höheren Regionen der Atmosphäre sich hinauf erstrecken und auch die dort sich abspielenden Vorgänge mit in den Kreis vergleichender Betrachtung ziehen. Für solche indirecte Beobachtungen liefert aber nichts ein besseres und brauchbareres Material als die Wolken und ihr Zug. In richtiger Erkenntniss der hohen Bedeutung, welche der Beobachtung der Wolken für die Erforschung der gasförmigen Hülle unseres Planeten zuerkannt werden muss, haben denn auch neuere Meteorologen gerade diese flüchtigen Gebilde unserer Atmosphäre zum Gegenstand eingehender Studien gemacht. In erster Linie ist es namentlich Clement Ley ¹⁾ gewesen, der auf diesem Wege bahnbrechend vorangegangen ist. Auf Grund unausgesetzter ungemein gewissenhafter Studien und sorgfältiger Beobachtungen ist es denn auch dem genannten Forscher bereits gelungen, auf diesem Gebiete Resultate zu ermitteln, die ganz geeignet sind, neues Licht auf bisher

¹⁾ Ley, the relation between the upper and under currents of the atmosphere around areas of barometric depression; Quarterly Journal of the Met. Soc. Oct. 1877.

noch völlig dunkle Gebiete, namentlich der dynamischen Meteorologie zu werfen. Ganz unabhängig von Ley gelangte Hildebrandsson ¹⁾ auf dem Wege eigener durchaus selbstständiger Untersuchungen zu Ergebnissen, die eine auffallende Uebereinstimmung mit den von Ley ermittelten Gesetzen zeigten. Dem Vorgang der beiden genannten Forscher folgten bald darauf andere wie Broun ²⁾, Fritsch ³⁾, Guldberg, Linss ⁴⁾, Mohn ⁵⁾, Renou ⁶⁾ und Friesenhof, deren vereinten überaus verdienstlichen Forschungen es bereits gelungen ist, auf dem Gebiete der nephischen Meteorologie Resultate zu ermitteln, die vollkommen neue bisher ungeahnte Aufschlüsse gegeben haben nicht nur über die Richtung und Stärke der zahllosen Strömungen, die den unsern Erdball umhüllenden Luftocan ganz ebenso nach allen Richtungen hin durchkreuzen wie die Meeresströmungen die tropfbar flüssigen Wassermassen, die die grossen Festländer umspülen und von einander scheiden, sondern auch über den ursächlichen Zusammenhang und die gegenseitige Abhängigkeit, welche zwischen Windrichtung und Luftdruckvertheilung nachweislich bestehen. Es lassen sich diese Ergebnisse kurz in folgende Sätze zusammenfassen:

Die Bahn eines Sturmes steht in der engsten Beziehung zu

¹⁾ Hildebrand-Hildebrandsson, Atlas des mouvements supérieurs de l'atmosphère.

Hildebrand-Hildebrandsson, Aufruf zu Wolkenbeobachtungen; Zeitschr. der österr. Ges. f. Met. XIII, p. 297.

²⁾ Broun, on the mean directions and distribution of the lines of equal barometric pressure and their relations to the mean direction and force of the wind over the British isles; Proc. of the R. Society Vol. XXV, Dec. 1876.

³⁾ Fritsch, über die periodischen Erscheinungen am Wolkenhimmel.

⁴⁾ Linss, Wolkenstudien; Zeitschr. der österr. Ges. f. Met. XIII, p. 125.

Linss, Wolkenbeobachtungen; ibid. p. 435.

⁵⁾ Mohn, Grundzüge der Meteorologie.

⁶⁾ Renou beobachtete zu Parc St. Maur bei Paris den Zug der Cumuluswolken und fand, dass zwischen ihm und der unteren Windrichtung ein unverkennbarer Parallelismus bestehe; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met. XIII, p. 277.

dem Zug der oberen Wolken, namentlich der Cirri und diese Beziehung beruht darauf, dass, während die unteren Luftströme in logarithmischen Spiralen gegen das Centrum einer Sturmdepression sich hin bewegen, die oberen Luftmassen in eben solchen Curven vom Depressionscentrum sich entfernen und nach den Stellen der barometrischen Maxima hin convergiren, wobei die Bewegung auf allen Seiten der Störung eine gleichmässige ist.

Das Barometer steigt um so weniger, resp. fällt um so mehr, je grösser der Winkel ist, den der untere Wolkenzug mit der Richtung des Gradienten einschliesst.

Im Mittel liegt der Zug der Cirri 28° nach links gegen die an der Oberfläche beobachtete Windrichtung.

Die mittlere Richtung der bewegten Luftmassen und die mittlere Richtung der Isobaren sind nahezu dieselben.

Angesichts der hohen Bedeutung, welche durch diese Gesetze den Beobachtungen über Wolkenzug beigelegt wird, dürfte es wohl kaum als unberechtigt erscheinen, wenn Hildebrandsson ¹⁾ auf Grund derselben die Forderung aufstellt, dass in jedem Lande auf einer gewissen Anzahl von meteorologischen Stationen nicht blos die Richtung des unteren, sondern auch die des oberen Wolkenzuges mit derselben Planmässigkeit beobachtet werde wie alle anderen meteorologischen Elemente und dass diese Beobachtungen gleichzeitig mit den übrigen von den meteorologischen Instituten und Observatorien zu veröffentlichen seien.

Dass diese Forderung einer planmässigen Wolkenbeobachtung ganz besonders berechtigt ist, wo es um die Ermittlung der meteorologischen Charaktereigenthümlichkeiten eines Gebirgswindes sich handelt, der ein Terrain von so unregelmässiger und reich bewegter Plastik überweht, wie dies bei dem Föhn der Alpen der Fall ist, bedarf wohl nach dem Voraufgehenden kaum noch besonderen Beweises, zumal wenn man erwägt, wie schwierig im Gebirge, selbst auf hoch und frei gelegenen Stationen bei dem beständigen Wechsel von Berg und Thal es ist, die wahre Richtung eines Windes zu ermitteln, gleichzeitig aber auch, wie wichtig

¹⁾ Hildebrand-Hildebrandsson, Aufruf zu Wolkenbeobachtungen; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met. XIII, p. 297.

es ist, gerade *diese* festzustellen bei einem Sturmphänomen wie der Föhn, um dessen Herkunft schon so viel gestritten wurde.

Schon im ersten Abschnitt dieses Theils, der alle diejenigen dem Föhn vorausgehenden Erscheinungen zusammenfasste, die erfahrungsmässig als Vorläufer und Anzeichen dieses Windes erkannt worden sind, wurde der Wolken als Föhnvorzeichen gedacht und nachgewiesen, wie namentlich das Erscheinen der Cirri und ihr Zug mit grosser Sicherheit auf die nahe bevorstehende Ankunft dieses Windes hindeuten. Aber nicht bloss als vorausgehende Erscheinung, die prophetisch den Sturm verkündet und somit für die Wetterprognose ein wichtiger Factor wird, auch als begleitende Erscheinung gewinnt die Wolke dadurch eine ganz ausserordentliche Bedeutung für die Meteorologie eines Gebirgswindes wie der Föhn, dass sie gleichsam eine natürliche Windfahne darstellt, welche unbeeinflusst von den Unebenheiten des Gebirgsreliefs die Richtung der in den oberen Schichten der Atmosphäre herrschenden Luftströmungen viel reiner und ungetrübter zum Ausdruck bringt als alle künstlichen Vorrichtungen an der Erdoberfläche dies vermögen und damit gleichzeitig höchst wichtige Aufschlüsse giebt über die verticale Ausdehnung und wahre Richtung der Luftbewegung wie über Weg, Lage und Entfernung des die Störung hervorrufenden Depressionscentrums.

Die Untersuchung der Wolkenbewegungen wird den Beweis liefern, dass, wie schon bei gewöhnlichen ganz normalen Witterungszuständen, so namentlich auch beim Wehen des Föhns in den höheren Schichten der Atmosphäre Luftströmungen herrschen, die eine ganz andere Bewegungsrichtung haben als diejenigen, welche sich unter ihnen in grösserer oder unmittelbarer Nähe der Erdoberfläche fortbewegen. Während die Wolken der unteren Regionen dem ablenkenden Einfluss des Bodenreliefs noch unterliegen, bleiben die oberen all jenen störenden Einflüssen gänzlich entrückt und sind daher am besten geeignet, die wahre Windrichtung rein und ungetrübter zum Ausdruck zu bringen. Ihnen wird sich sonach die Aufmerksamkeit ganz besonders zuzuwenden haben. Leider ist von den Beobachtern des über das Gebiet der Alpenländer sich ausspannenden meteorologischen Netzes der oben erwähnten von Hildebrandsson aufgestellten Forderung der Wolkenbeobachtungen bisher durchaus

noch nicht in dem Masse entsprochen worden als dies im Interesse der Wissenschaft, namentlich des uns hier beschäftigenden Gegenstandes zu wünschen wäre. Auf den schweizerischen Stationen wird wohl Richtung und Stärke des herrschenden Windes notirt, der Wolkenzug aber durchaus nicht planmässig beobachtet und nur gelegentlich in den begleitenden Bemerkungen verzeichnet. Das für den vorliegenden Gegenstand verwendbare Material ist daher nur äusserst dürftig und mangelhaft. Das Beste und Zuverlässigste, was bis jetzt nach dieser Richtung hin in Bezug auf den Föhn ermittelt wurde, hat Dufour ¹⁾ in seinen Untersuchungen über den mehr erwähnten Sturm vom 23. September 1866 zusammengestellt und diesem merkwürdigen Phänomen, speciell den dasselbe begleitenden Wolkenerscheinungen wenden wir uns nun im Nachstehenden zu.

Am Südfuss der Alpen hat Lugano den 22. September südwestlichen, südlichen und südöstlichen Wolkenzug. Ueber Faido ziehen die Wolken am gleichen Tage aus Süden; über Bellinzona zuerst aus Nord, dann gleichfalls aus Süd.

Die Jurastationen le Sentier, Ste. Croix, Chaumont, Neuchatel, la Chaux de Fonds und Solothurn haben ausnahmslos während der Dauer der ganzen Föhnperiode südwestlichen Wolkenzug.

Am Nordfuss der Alpen verrieth der Wolkenzug in den oberen Regionen der Atmosphäre im Allgemeinen südliche Richtung der bewegten Luftmassen, während in den unteren südwestliche und südöstliche Strömungen vorherrschten. Auf dem Splügen und in Altorf zogen die Wolken beständig aus Süden; in Thusis und Grächen aus Süd und Südwest; in Bex aus Südwest und Westsüdwest bis zum 22., dem Tage, wo der Föhn begann; von da ab rein aus Süd. Zu Martigny bewegten sich die Wolken der höchsten Regionen gleichfalls von Süd nach Nord, während tiefer unten und am Grunde des Thales südöstliche Luftbewegung herrschte. Im Gebiet der Ormondsthäler liessen sich deutlich zwei über einander liegende Wolkenschichten unterscheiden. Während die untere, die nach annähernder Schätzung in einer Höhe von 2700 m schwebte, vom Föhn mit grosser Schnelligkeit von Süd nach Nord getrieben wurde, bewegte sich die obere aus sehr

¹⁾ Dufour, l. c., p. 32.

leichtem Cirrostratusgewölk bestehende Schicht in der Richtung von Südwest nach Nordost. Beachtenswerth und wichtig für die Theorie des Föhns ist die Thatsache, dass, während am 21. und 22. September, also zu der Zeit, wo der Föhn seinen Anfang nahm, die Richtung der Wolken auf den meisten Stationen eine südwestliche war, diese Richtung an den beiden folgenden Tagen ziemlich allgemein eine fast ausschliesslich südliche wird. So zeigt der Wolkenzug in Montreux erst Südwest, dann Süd an; in Bex Südwest, dann Süd, am 25. sogar Südost; in Grächen West und Südwest, dann Süd; auf dem Simplon am 23. und 24. zur Zeit der grössten Heftigkeit des Sturmes Südwest, am 25. gleichfalls Süd; in Reckingen am 21. Südwest, am 23. und 24. Süd; in Rathhausen und Zug zuerst Südwest, dann Süd; in Altstätten Südwest, dann Süd und Südost; in Sargans, Thusis und Bevers Südwest, dann Süd.

Dass die durch den Wolkenzug sich kund gebende Bewegungsrichtung der oberen Luftmassen häufig eine ganz andere ist als die der unteren über die Erdoberfläche hinstreichenden, wird ausser den eben angeführten das Föhnphänomen vom 23. September 1866 beleuchtenden Thatsachen auch noch durch andere Zeugnisse vielfach bestätigt, so namentlich durch die Beobachtungen, welche Blotnitzki ¹⁾ in seinem *Bericht über den Föhn und dessen Einfluss auf die Wasserverheerungen* mittheilt. „Während meiner zweitägigen unfreiwilligen Rast auf dem Gottbard“ — sagt der genannte Gewährsmann — „bemerkte ich, dass die Richtung der Windfahne die Direction des Hauptwindes nie richtig angab; sie zeigte West, Westsüdwest, sogar Ostsüdost, während die Wolken entschieden von Süden kamen. Diese gaben jedenfalls die Richtung des Windes genauer an als die Windfahne, deren Richtung durch die Gestaltung des Gebirges vielfach modificirt wird, während die Wolken dem Zuge der Atmosphäre folgen.“

Im Montavon, wo, wie wir oben gesehen haben, der Föhn vorwiegend aus Südosten kommt, ist er fast ausnahmslos von südwestlichem Wolkenzuge begleitet. Auch auf anderen Stationen gemachte Beobachtungen bestätigen mit grosser Uebereinstimmung,

¹⁾ Blotnitzki, l. c., p. 23.

dass, unabhängig von der ganz verschiedenen Richtung, welche der Föhn durch die Bodengestaltung in den unteren Regionen der Atmosphäre anzunehmen genöthigt wird, der diesen Wind begleitende Wolkenzug in den höheren Regionen, die von dem Bodenrelief nicht mehr beeinflusst werden, eine vorwiegend südwestliche Richtung zeigt.

Fassen wir nun kurz zusammen, was in der vorstehenden Untersuchung ermittelt wurde über die verschiedenen Richtungen, welche die Luftbewegung bei Föhnwind annimmt, so ergab sich, dass dieselbe nicht nur eine horizontale war, welche durch die verschiedene Richtung der Thäler und die Gestalt der sie umschliessenden Erhebungsmassen mannigfach beeinflusst wurde, sondern auch eine mehr oder minder verticale Linie darstellte, deren grössere oder geringere Neigung zur Horizontalebene wiederum von der Horizontaldistance und der relativen Höhe der Bergmassivs abhing, über deren Gipfel und Kämme die bewegte Föhnluft sich herabstürzte, dass aber dabei in den höheren dem Einfluss des Gebirgsreliefs entrückten Regionen der Atmosphäre ein Wolkenzug zu beobachten ist, der unabhängig von der am Boden herrschenden Richtung des Windes ein vorwiegend südwestlicher war und so die wahre Richtung des Föhns rein und ungetrübt zum Ausdruck brachte.

2. *Stärke der Luftbewegung.*

a. Intensität.

Wie schwierig es ist, über die Intensität der Bewegung von Luftmassen genaue Ergebnisse zu ermitteln, die sich messen und vergleichen lassen, und wie vorsichtig man bei Verwerthung diesbezüglicher Angaben verfahren muss, leuchtet sofort ein, wenn man erwägt, dass weder die Apparate, die bisher in Anwendung kamen, um die Windstärke zu messen, nach denselben Grundsätzen eingerichtet und gleichmässig brauchbar sind, noch die Beobachter, denen dieselben anvertraut sind, gleich geschickt und zuverlässig sind, dass vielmehr alle Beobachtungen, die sich nach dieser Richtung hin machen lassen, mehr oder weniger von der Willkür und Schätzung der verschiedenen Beobachter abhängen und dass annähernd richtige Ergebnisse nur bei möglichster Ueber-

einstimmung der verwendeten Instrumente und Identität der Beobachter erzielt werden könnten.

Wenn daher im Folgenden einige von den diesbezüglichen Mittheilungen, welche Dufour ¹⁾ in seinen Untersuchungen über den Föhn vom 23. September 1866 mit grosser Sorgfalt zusammengestellt hat, auszugsweise wiedergegeben werden, so haben diese Angaben selbstverständlich nur relativen Werth und können für eine vergleichende Schätzung des verschiedenen Intensitätsgrades, mit welchem der Föhn an den verschiedenen Orten auftrat, füglich nicht verwendet werden; ja es muss sogar bedenklich erscheinen, wenn Dufour aus diesen Mittheilungen den Schluss zieht, dass der Föhn vom 23. September auf den hoch gelegenen Bergstationen, wie St. Bernhard, Zermatt, Grächen, Simplon, St. Gotthard, Bernardin und anderen, weniger heftig aufgetreten sei als in den meisten tiefer gelegenen Thalstationen. Aus den nachstehenden ganz allgemein gehaltenen Mittheilungen wird sich von selbst ergeben, dass sie zu einer derartigen Schlussfolgerung durchaus nicht berechtigten.

Friedrichshafen. Die Wellen des Sees wurden von dem Föhn mit furchtbarer Gewalt gegen die Ufer getrieben; sie schlugen an die Ufer- und Häusermauern an, dass das Wasser haushoch aufspritzte und zwischen zwei Häuserreihen hindurch auch die Dächer der jenseits der Strasse liegenden Häuser nässte. Die Stadtmauer gegen den See wurde auf zwei Meter Stärke durchbrochen ²⁾.

Luzern. Diesmal entwickelte der Föhn eine Heftigkeit, wie er sie seit dem Jahre 1857 nicht mehr gezeigt hat. In Vitznau, Wäggis und Meggen hat er die Bäume stark beschädigt. Viele sind entwurzelt worden, oder haben ihre Blätter und Früchte verloren.

Guttannen. Der Orkan war schon am 22. auf der Grimsel wie in Guttannen sehr heftig. Beim Grimselhospiz bekundet er sich meist nur durch Erhöhung der Temperatur; erst einige Kilometer weiter thalabwärts wird die Bewegung der Luft fühlbar und immer deutlicher, je weiter man hinabsteigt. Der Föhn vom 23. trat also ausnahmsweise schon beim Hospiz als ein wahrer Orkan auf.

¹⁾ Dufour, l. c., p. 33.

²⁾ Ueberschwemmungen in Frankreich und der Schweiz; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met. I, p. 270.

Simplon. Der Föhn wehte am 23. und 24. mit ungewöhnlicher Stärke; seine Heftigkeit war so gross, dass trotz der Doppelfenster das Wasser in die Gemächer des Hospizes drang.

Zermatt. Der Föhn war sehr heftig. Auf dem Riffel wurde die Südwestseite des Hoteldaches stark beschädigt.

Gliss. Im Lötschenthale erhob sich der Föhn am 23. Seit Menschengedenken war er nicht mehr so heftig wie diesmal.

Martigny. Am 23. von 5 $\frac{1}{2}$ bis 8 Uhr Morgens raste der Sturm mit einer Wuth, wie er sie fast seit einem halben Jahrhundert nicht mehr gezeigt hatte. In einem etwa 1000 m hoch gelegenen Walde am Chemin entwurzelte er mehr als hundert Lärchen. In der Nähe von Martigny wurde das kurz vorher geschnittene Emd einer Wiese mit fortgeführt und zerstreut.

Val d'Entremont. Der Föhn wüthete am 23. in der ganzen Länge des Thales auf das Furchtbarste. Viele Bäume wurden zerbrochen. In Bovernier wurden die stärksten Kastanien niedergeworfen.

Bex. Was die Intensität des Föhns vom 23. betrifft, so wissen sich unsere ältesten Greise seit dem Jahre 1813 an nichts Aehnliches zu erinnern. In der Gemeinde Bex wurden mehr als tausend Bäume entwurzelt oder zerbrochen, unter ihnen auch der in der Mitte des Dorfes stehende Freiheitsbaum. In unmittelbarer Nähe von Bex wurden vier grosse Eichen von 40 bis 50 cm Durchmesser mit der Wurzel aus dem Boden gerissen, mehrere andere mitten durch gespalten. Beim Bahnhof von Bex wurden zwei grosse Bretterstösse vom Föhn demolirt; die Bretter wurden mit fortgerissen, wie Strohhalme durch die Luft gewirbelt und weit umhergestreut.

Frenières. Am 22. wurden einige Obstbäume entwurzelt und mehrere Dächer stark beschädigt; in den benachbarten Wäldern entwurzelte und warf der Föhn viele Bäume.

Les Plans. Am Morgen des 23. zwischen 8 und 11 Uhr war der Sturm so stark, dass er Bäume entwurzelte, Dächer abdeckte und grosse Steine und dicke Balken mit fortführte. In einem nahen Buchenwalde wurde ein halbes Dutzend Bäume auf einen Stoss niedergeworfen.

Ormonds. Am 22. Abends zwischen 9 und 11 Uhr erreichte die Heftigkeit des Föhns ihr Maximum. Um diese Zeit fanden

die heftigsten Stösse Statt, wie man sie seit lange nicht wahrgenommen hatte. Viele Bäume wurden entwurzelt, mehrere Dächer abgedeckt und die Schindeln weit umhergestreut.

Pays d'Enhaut. Selten ist hier der Föhn so heftig gewesen wie diesmal. Er hat die Dächer mehrerer Häuser mit fortgeführt oder stark beschädigt.

Villeneuve. Am Morgen des 23. gegen 10 Uhr wurde der Föhn so heftig, dass er die Ziegeln von den Dächern riss und in den Strassen umherstreute. Im Weiler Chaudé wurde eine Hüttenwand von ihm eingedrückt und mehrere Bäume umgeworfen.

Vevey. Der Sturm entwickelte eine ungewöhnliche Stärke. Seit Jahrzehnten sah man den See nicht so hoch gehen.

Vuadens. Der Föhn zeigt sich hier sehr selten und nur dann, wenn er aussergewöhnlich heftig auftritt. Am 23. September wurde er hier seit zwanzig Jahren zum erstenmal wieder wahrgenommen.

Samoens. Im Grunde der Thäler war hier der Sturm weniger heftig; aber auf den Höhen warf er Bäume um, deckte Dächer ab, führte das geschnittene Getreide weit fort und peitschte die Körner aus den reifen Aehren.

Chamonix. Der Wind stürzte vom Mer de Glace herab und bohrte sich ins Thal hinein, wo er besonders in den Wäldern arge Verwüstungen anrichtete.

Auch in anderen Fällen als in dem eben besprochenen entwickelt der Föhn stellenweis eine ganz unglaubliche Vehemenz, selbst in Thalgebieten, in denen er im Allgemeinen weniger häufig und weniger heftig auftritt. Es ist dies namentlich der Fall in denjenigen Querthälern der Centralalpen, die die Längsaxe des Gebirges rechtwinklig schneiden und in ihrem treppenförmig ansteigenden Stufenbau einen Wechsel von Engschluchten und erweiterten Becken bieten, wie sie sich sehr gut ausgeprägt finden in dem zwischen Meiringen und der Grimsel liegenden Theile des Aarethales, das unter dem Namen des Oberhasli bekannt ist. Steigt man von Meiringen aus dem Laufe der Aare entgegen, so gelangt man zur finsternen Schlauche, der ersten jener Felsengassen, die sich die Wasser der Aare durch den Querriegel des Kirchets gesägt haben. Am oberen Ausgange dieses Engpasses öffnet sich ein weiter elliptisch gestalteter Thalkessel, dessen sehr bezeichnender Name *im Grund* schon darauf

hindeutet, dass er vor Zeiten ebenso wie der flache Thalboden von Meiringen, der von den Wassern des damals noch vereinigten Brienzer- und Thunersees überfluthet war, einen Bergsee bildete, der erst nach dem Rücktritt des grossen vom Kirchet bis über Thun hinaus reichenden Aaresees durch die Einsägung der finsternen Schlauche drainirt wurde. Am Südende dieses ehemaligen Seebeckens von Hasli im Grund treten die Felsenpedestale der beiderseitigen Thalwände wieder so dicht an einander heran, dass sie zwischen den Weilern der äusseren und inneren Urweid eine enge schluchtartige Gasse bilden, die von dem an der rechten Thalseite niederschäumenden Zubenbache den Namen auf Zuben erhalten hat und eben nur so breit ist, dass Strom- und Saumstrasse mit Mühe neben einander sich hindurchwinden können. Hat man diese enge Schlucht hinter sich, so betritt man bei den Hütten der inneren Urweid eine flache Thalmulde, die zwar bedeutend schmaler ist als die von *im Grund*, aber durch den Namen des hier liegenden Weilers *im Boden* ganz ebenso richtig als alter Seeboden charakterisirt wird, wie jene, und jetzt zahlreiche Lawinen aufnimmt, die hier im Winter und Frühjahr ihre unermesslichen Schneelasten von den umliegenden Bergen herabwälzen. Da, wo das Ritzlihorn seinen Felsenfuss breit und massig ins Thal stellt, verengt sich die Sohle desselben abermals derartig, dass der zur Grimsel emporführende Saumpfad, da er neben dem Strom keinen Raum mehr findet, stellenweis in die linksseitige Felswand eingesprengt werden musste, welche hiervon den Namen der *gesprengten Fluh* erhalten hat. Bei den Häusern der alten Zollstatt *im Aegerstein* weitet sich wieder und man betritt die flache Sohle der Hochthalmulde von Guttannen, die in ihrer länglich elliptischen Gestalt auffallend an das Becken von im Grund erinnert, nur dass dort mannshohes Getreide gedeiht, während hier blos noch Matten und Nadelholzwälder den Boden bekleiden. Auch dieses Thalbecken ist gegen Süden zu durch ein gewaltiges Bergthor geschlossen, das westlich vom Ritzlihorn, östlich vom Strahlhorn überragt wird. Hat man dieses mächtige Felsenportal, dessen Pfosten auf der einen Seite von der Gstelliegg, auf der andern von den Wänden der Mittagfluh gebildet werden, hinter sich, so erreicht man mit Ueberschreitung der Tschingelmattbrücke eine lang gestreckte Thalmulde, deren Sohle

durch die beiden jäh abstürzenden Stufen der Stäubeten und des Handeckfalles in drei sehr deutlich gesonderte Etagen getheilt wird, die wie Treppenstufen in verschiedenen Höhen über einander liegen. Oberhalb der höchsten dieser drei Thalstufen bei dem sogenannten *Säumerstein* legt sich abermals ein mächtiger Felsenquerriegel vor, der sich vom Fuss des Aelplistocks zu den Ausläufern der Gelmerhörner hinüberzieht und vom Strom am Grunde einer tief eingeschnittenen Erosionsschlucht in zahlreichen Fällen durchbrochen wird, während der Saumpfad hoch über den tosenden Wassern zwischen dem fahlen von Gletscherschliff geglätteten Felsengebuckel der *hellen Platte* sich dahinwindet, um an der *Stockstege* den *Räterichsboden* zu erreichen, die letzte Thalstufe diesseits der Passhöhe der Grimsel.

Wie die Wasser des gletschergeborenen Aarestromes in den engen Felsschluchten, welche die eben charakterisirten Thalmulden und ehemaligen Seebecken von einander abschnüren, am wildesten schäumen und zu weissem Gischt zerpeitscht die grauen Granitblöcke umbrausen, die ihr Bett verengen, so steigert sich auch die Heftigkeit des Föhns, wenn er von der Grimsel herabrasend in den Klüften dieser mächtigen Felsenthore, die ihm den Weg versperren, sich fängt, zu wahrhaft furchtbarer Wuth, der nichts zu widerstehen vermag, was nicht untrennbar mit dem Boden verwachsen ist.

„Als ich im Jahre 1847 meinen Einzug nach Guttannen im Oberhasli hielt“, erzählt Schatzmann in seinen *alpwirtschaftlichen Volksschriften* ¹⁾, „wobei alle meine Habseligkeiten drei Stunden weit auf dem Rücken getragen werden mussten, vergass ein Mann zwei Seitenladen einer hölzernen Bettstatt in Meiringen und wollte dieselben am folgenden Tage nachholen. In der Nacht war der Föhn losgebrochen und zeigte mir, dem Neuangekommenen, gleich am ersten Tage, was er vermöge. Am Abend kam nämlich mein Träger leer heim und sagte mir kleinlaut, er sei nicht im Stande gewesen, die beiden Bretter heraufzubringen, er habe sie ausserhalb der gesprengten Fluh in einer Scheune abgelegt, um sie zu holen, sobald der Föhn aufgehört.

¹⁾ Schatzmann, der Föhn; alpwirtschaftliche Volksschriften, Aarau 1862–1866, I, p. 92 bis 94.

Das sind Possen, dachte ich, der Mann, der am Tage vorher mehr als einen Centner ins Thal getragen, hätte heute wohl zwei Bretter, die kaum dreissig Pfund wiegen, mit sich bringen können. Aber bald musste ich mich von der Wahrheit seiner Aussage überzeugen, dass man an gewissen Stellen des Thales, namentlich bei der gesprengten Fluh, ohne irgend etwas zu tragen, nur mit Mühe vorbei kommt, wenn der Föhn so recht los ist; denn es wird die ganze Kraft des Mannes erfordert, um in dem natürlichen Engpass durch den in den Felsen gesprengten Gang sich hinaufzuarbeiten, indem man sich an dem angebrachten Geländer festhält und Schritt für Schritt vorwärts kämpfen muss. Meiner Schwester mussten an der genannten Stelle fünf Mann behülflich sein, um Ross und Reiterin wohlbehalten durch die Thalverengung zu bringen. Als sie auf ihrer Rückkehr zu Fuss bei noch immer anhaltendem Föhn an der gesprengten Fluh vorbei wollte, musste sie sich einige Zeit flach auf den Boden legen, bis ein etwa fünf Minuten anhaltender Stoss vorüber war, sonst hätte sie dessen Gewalt nicht zu widerstehen vermocht. Von der Scheune eines Vorsasses riss der Föhn vor meinen Augen ~~des~~ Thor ab und schlug es mit solcher Gewalt auf einen nahen Stein, dass die zoll-dicken Bretter quer durchbrachen, wie man etwa eine dünne Dachschindel zerknickt. In Frutigen beschädigte im Jahre 1858 ein Föhnsturm fast sämmtliche Häuser des Dorfs; von einem Schindeldach riss er die eine Hälfte vollständig ab, führte sie ein Stück weit hinweg und spiesste sie mit den Rafenenden senkrecht in den Boden, so dass sie wie ein Bretterzaun emporragte.“

Dass übrigens der Hasliföhn sich nicht blos auf den oberhalb des Kirchets gelegenen Theil des Aarethales beschränkt, sondern seine bewegende Kraft auch weiter abwärts über dem Becken des Brienzersees, ja sogar bis Interlaken hinaus bisweilen sehr deutlich fühlbar macht, ergibt sich schon aus der Thatsache, dass bei dem Brande von Meiringen am 10. Februar 1879 der Föhn das Flugfeuer über den ganzen See hinweg frei durch die Luft bis nach Interlaken hinaus trug ¹⁾. Auf dem Brienzersee selbst wüthet er oft mit furchtbarer Vehemenz und gefährdet die Fahrzeuge fast

¹⁾ Schweizer Grenzpost 1879, No. 38.

v. Wattenwyl, Blätter vom Brienzersee, Bern 1884, p. 20 bis 22.

eben so sehr wie auf dem Vierwaldstättersee, dessen zu Schaum zerpeitschte Wasser er oft klawertief aufwühlt und in hohen weissen Staubsäulen von einem Ufer zum andern jagt ¹⁾).

Auch in der am Nordfusse des Finsteraarhornmassivs eingesenkten Thalmulde von Grindelwald ist der Föhn unter allen hier herrschenden Winden merkwürdiger Weise weitaus der heftigste. Während die rauhen Nord-, Nordost- und Ostwinde, welche über die niedere Faulhornkette und die Passdepression der Haslischeidegg hereinwehen, verhältnissmässig viel weniger häufig und heftig hier auftreten als in anderen gleich oder ähnlich gelegenen Thalgebieten der Alpen, stürzt sich der bald von Süden über den Vieschergrat, bald von Südwesten von der Wengernalp her kommende Föhn, obgleich er gerade aus der Richtung weht, nach welcher man am ehesten vollkommenen Windschutz erwarten sollte, weil dort die mächtigen Bergstöcke der Finsteraarhorngruppe zu 3 bis 4000 m Seehöhe sich erheben, wasserfallartig in die tief eingebettete Thalwanne von Grindelwald herab und wüthet hier namentlich im Winter wie auch im Frühling und Spätherbst oft mit furchtbarer Gewalt. Die stärksten Bäume vermögen ihm nicht zu widerstehen und werden entweder entwurzelt oder im Stamm gebrochen. Ihm fiel auch die prachtvolle Arve zum Opfer, die noch am Anfang dieses Jahrhunderts auf Itramenalp stand und deren Alter von Kasthofer ²⁾ auf ein Jahrtausend geschätzt wurde. Selbst hausgrosse Felsblöcke, die hier sehr zahlreich, oft in höchst gewagten Positionen an den steilen Berglehnen hängen und nach der Ansicht einiger Etymologen der ganzen Thalschaft den Namen gegeben haben ³⁾, wirft der Föhn von ihren Lagerflächen und schleudert sie in die Tiefe. Haus-

¹⁾ v. Feilitzsch, ein paar Föhnstürme auf dem Vierwaldstättersee; Vortrag gehalten am 7. April 1875, p. 2.

Lommel, l. c., p. 145.

²⁾ Kasthofer, Bemerkungen auf einer Alpenreise über den Susten, Gotthard, Bernardin und über die Oberalp, Furka und Grimsel, Aarau 1822, p. 345.

³⁾ Gatschet, Deutung schweizerischer Localbenennungen; Jahrbuch des Schweizer Alpenclub IV, p. 498.

Ober, l'Oberland Bernois, Berne 1854, II, p. 2.

Aeby, v. Fellenberg und Gerwer, das Hochgebirge von Grindelwald, Coblenz 1865, p. XVIII—XX.

und Scheunendächer, auch wenn sie mit Hunderten von centnerschweren Steinen belastet sind, werden abgedeckt und zertrümmert, wenn der Föhn Griff an ihnen findet. Am furchtbarsten aber wird hier sein Ungestüm, wenn er sich zur Winterszeit in frisch gefallenen Schnee einbohrt, der noch nicht Zeit gehabt hat, sich zu setzen; dann wühlt er ihn in mächtigen Wirbeln hoch empor und führt ihn in dichten thurm hohen Silberstaubsäulen kilometerweit von einer Thalseite zur andern und verschüttet binnen wenigen Minuten ganze Sennhütten und Heugaden. Wer die Wuth eines solchen Winterföhnsturms nicht aus Erfahrung kennt, der ist nicht im Stande, sich eine Vorstellung von seiner Gewalt zu machen, die sich stossweise bis zum Gipfelpunkt ihrer Vehemenz zu steigern pflegt. Kein Kleid vermag zu schützen gegen den feinen Schneestaub der Gux, der die Haut wie mit feinen Nadelstichen verwundet und durch die kleinsten Ritzen und Oeffnungen bis in das Innere der Wohnräume, Stallgebäude und Vorrathshäuser eindringt. Pfarrer Gerwer ¹⁾ in Grindelwald berichtet von solch einem verheerenden Winterföhn, der mit stetig sich steigender Stärke zwei Tage lang ununterbrochen das Thal durchraste, während dieser Zeit über fünfzig Häuser und Scheunen ihrer Dächer beraubte, mehrere Gebäude gänzlich zertrümmerte und auch in den Wäldern des Hochgebirges arge Verwüstungen anrichtete. „Häufiger,“ so schliesst der genannte Gewährsmann seinen Bericht, „mag in manchem schweizerischen Bergthal der Föhn sich erheben, heftiger aber und gefährlicher vielleicht nirgends.“ Hier mögen schliesslich noch einige tabellarisch zusammengestellte Angaben über Richtung und Stärke ihren Platz finden, wie sie der Föhn zu Bludenz im Winter und in den beiden ihn einschliessenden Uebergangsjahreszeiten zeigt. Dieselben sind der schon mehrfach angezogenen Schrift von Hann *über den Föhn in Bludenz* ²⁾ entnommen und liefern besser vergleichbare Ergebnisse hinsichtlich der Intensität des Föhns als die eben besprochenen Thatsachen, die nur eine allgemeine Vorstellung von der dynamischen Kraftentfaltung dieses Windes geben können.

¹⁾ Aeby, v. Fellenberg und Gerwer, l. c., p. XIX.

²⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz, p. 6—7.

I.

Richtung und Stärke des Föhns zu Bludenz im Herbst
und Frühling.

Jahr.	Monat.	Tag.	Stunde.		
			6 h	2 h	10 h
1857	November	24	—	SE 8	SE 7
"	"	25	SE 6	SE 7	—
1865	October	18	—	SE 6	SE 6
"	"	19	SE 5	—	—
1867	November	15	SE 5	—	SE 5
"	"	16	SE 5	NW 2	SE 5
1870	November	24	—	SE 4	SE 5
"	"	25	SE 5	SE 5	—
1872	October	18/19	SE 6	E 4	SE 6
1867	März	23	—	SE 3	SE 6
"	"	24	SE 6	ESE 4	—
"	Mai	11	—	SE 5	SE 6
"	"	12	SE 6	SE 6	SE 7
1871	März	6	SE 6	SE 5	SE 5
"	"	7	SE 5	W 3	—
1872	"	7	SE 6	SE 5	SE 6
"	"	8	SE 6	SE 5	SE 6

II.

Richtung und Stärke des Föhns zu Bludenz im Winter.

Jahr.	Monat.	Tag.	Stunde.		
			6 h	2 h	10 h
1856	December	10	S 7	S 8	S 6
1867	Februar	15	SSE 4	SE 5	SE 5
"	"	16	SE 6	SE 5	SE 5
1868	December	29/30	SE 4	SE 5	SE 6
1869	Januar	31	SE 6	SE 5	SE 4
"	Februar	1	SE 5	SE 5	—
"	"	19	SE 4	SE 5	SE 5
1872	Januar	22	—	SE 5	SE 6
"	"	23	SE 5	SE 6	SE 6

Jahr.	Monat.	Tag.	Stunde.		
			6 h	2 h	10 h
1872	Januar	24	SE 6	SE 5	—
"	December	24/25	SE 5	SE 5	SE 6
1873	Januar	19	—	SE 6	SE 7
"	"	20	SE 6	SE 5	—
1865	December	4	SE 5	SE 6	SE 4
1866	Februar	27/28	SE 7	SE 5	SE 6
1871	Januar	16/17	SE 5	SE 4	SE 5
1872	Januar	19/20	SE 5	SE 5	SE 5
"	December	10	SE 4	SE 5	SE 6
1866	Januar	1	SE 7	SE 5	—
1873	Februar	26	SE 6	SE 6	—

b. Intermittenz.

Kurze rasche Stösse, die plötzlich hereinbrechen und ebenso plötzlich nachlassen, um wieder vollständiger Windstille Platz zu machen, pflegen erfahrungsgemäss den Eintritt des Föhns zu bezeichnen und sind für den Kundigen immer ein sicheres Merkmal, dass der unheimliche Gast angelangt ist. Diese ruck- und stossweisen Bewegungen der erregten Luftmassen beschränken sich aber nicht blos auf den Eintritt des Föhns, auch im weiteren Verlauf desselben sind derartige zeitweilige Unterbrechungen der Luftbewegung häufig wahrzunehmen. Auch bei dem Septemberphänomen vom Jahre 1866 fehlt es nicht an Beobachtungen, die eine derartige Intermittenz ausreichend bestätigen ¹⁾. Pausen vollkommenster Ruhe folgen häufig den heftigsten Erschütterungen der Atmosphäre und diese Pausen völliger Ruhe treten nicht selten an Orten ein, die in nur ganz geringer Entfernung sich befinden von anderen Orten, an welchen zu derselben Zeit der heftigste Orkan ununterbrochen fortrast. Am 23. war der Föhn auf dem Pilatus deutlich wahrnehmbar, den ganzen folgenden Tag dagegen blieb die Luft auf diesem Berggipfel vollständig ruhig, während der Sturm zur gleichen Zeit, namentlich am Abend des 24. zu Luzern mit grosser Heftigkeit wüthete. Bemerkenswerth ist es

¹⁾ Dufour, l. c., p. 30.

auch, dass während eines grossen Theils dieser Föhnperiode der ganze südliche Arm des Vierwaldstättersees, namentlich der zwischen Brunnen und Flüelen gelegene Urnersee vollständig ruhig blieb, während in seinen nördlichen Armen von Gersau und Wäggis ab das Wasser vom Sturm stark bewegt wurde ¹⁾. Diese Thatsache liefert einen neuen Beleg für die schon weiter oben nachgewiesene Verticalbewegung des Föhns. Der durch das Reussthal herabdringende Luftstrom senkte sich unter schiefem Winkel gegen die Horizontale nieder und erreichte den Spiegel des Sees erst in seinem unteren Theile, während der obere im Windschatten des Föhns befindliche Theil desselben unberührt blieb. In der Umgebung von Bovernier war der Föhn in der Nacht vom 22. zum 23. sehr heftig wie überall im ganzen Entremontthale. Am folgenden Tage wehte er noch mit grosser Kraft in Orsières und Sembrancher, während in Bovernier, das nur einige Kilometer weiter thalabwärts liegt, den ganzen Tag hindurch die vollständigste Ruhe in der Atmosphäre herrschte. Aehnliches wurde im oberen Wallis beobachtet. Hier war in Reckingen der Sturm am 23. besonders gegen die Mitte des Tages ausserordentlich heftig; in der darauf folgenden Nacht legte er sich etwas und am Abend des 24. war die Luft vollständig ruhig. Gerade um diese Zeit entfesselte er seine ganze Gewalt in dem vom Oberwallis nicht allzu entfernten Reussthale, namentlich in Andermatt und dem am Thalausgange gelegenen Altorf, wo er, wie gewöhnlich, auch diesmal arge Verheerungen anrichtete. Nach Hann ²⁾ hängt das stossweise Anschwellen und zeitweilige Nachlassen des Föhns mit dem Vorübergange secundärer Depressionen zusammen. Als Beleg für die Richtigkeit dieser Annahme stützt sich der genannte Meteorologe auf folgende dem Journal des Barons von Sternbach, der den Föhn in Bludenz zum Gegenstand längerer sehr sorgfältiger Studien machte, entnommene Beobachtungen über eine mehrtägige Föhnperiode, welche in die zweite und dritte Dekade des Januars 1873 fällt.

¹⁾ v. Feilitzsch, l. c., p. 1 u. 2.

²⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz, p. 23.

Luftdruck in mm zu Bludenz während des Föhns vom
19. bis 24. Januar 1873.

Tag.	Stunde.		
	6 h	2 h	10 h
19	703,1	697,7	692,8
20	687,0	683,8	684,9
21	687,2	684,9	694,4
22	696,5	691,8	693,7
23	696,1	699,6	704,2
24	699,9	697,6	698,5

Hiermit sind zu vergleichen die nachstehenden Wind- und Wetterbeobachtungen, welche während der 6 Föhntage gemacht wurden.

19. Früh Aufheiterung. Um 9 $\frac{1}{4}$ h am bricht plötzlich der Föhn los und steigt sich bis zum Abend zur Stärke 5 bis 7. Wechselnde Bewölkung.

20. Die Nacht hindurch stürmischer Föhn, der auch früh und Vormittags anhält. Temperatur 6 h am 15,2°. Feuchtigkeit 27 %. Auf den Bergen schneit es zeitweise. Der Föhn wird schwächer und geht um 3 $\frac{1}{2}$ h pm in NW₃ über, der Abends in N₂ umsetzt. Temperatur 10 h pm 4,0°; Feuchtigkeit 84 %.

21. Vor Mitternacht NW oder N₄, dann wieder mässiger SE. Es beginnt erst zu regnen und von 2 h am an zu schneien; um 6 h am hört der Schneefall auf. Niederschlagsmenge 5,3 mm. Von 8 h am an rasche Aufheiterung von NW. Die Bergspitzen stäuben von Süden. Vormittag sonnig, von 12 h an wieder Föhn aus SE 5 und abermalige Trübung. Um 5 h pm schlägt der Föhn in NW um. Gegen 5 $\frac{1}{2}$ h pm erhebt sich ein kurzer Sturm aus NW. Es beginnt zu schneien und schneit bis 8 h pm; dann ruhig.

22. Früh rasche Aufheiterung bei E, der bald in Föhn aus SE übergeht und von 8 h am an in gewohnter Weise seine Tonscala vom Brummen bis zum Pfeifen durchspielt. Einige Stunden heiter; dann Bewölkung von W. Der Föhn hält an, manchmal stürmisch.

23. Föhn bis Morgens; dann NW und N₃; gegen 6 h am beginnt es zu schneien; Schneetreiben mit Sonnenblicken; ebenso Nachmittags. Von 8 h pm an rasche Aufheiterung.

24. Nach Mitternacht Föhnwind stossweise. Es bewölkt sich wieder; Wolkenzug aus W; Sonnenblicke. Tagüber wechselnde Bewölkung. Nachmittag sonnig. Abends heiter.

Aus diesen Notizen und den vorausgeschickten Luftdruckbeobachtungen ergibt sich, wie jedem Minimum der aus Südost wehende Föhn vorausgeht und es begleitet, dann aber in Nordwest und Nord mit Schnee umschlägt. Ob nun wirklich ein ursächlicher Zusammenhang besteht zwischen den Föhnstössen und solchen secundären Depressionen, wie Hann sie annimmt, muss vorläufig noch dahingestellt bleiben, bis registrirende Barometer derartige Beziehungen zwischen dem Herabsinken der Luft in Form von Föhnstössen und den westlichen Depressionen noch genauer nachweisen.

c. Fortpflanzung.

Es liegt nahe, die Frage aufzuwerfen, in welcher Weise der Föhn in denjenigen Thälern, deren Längsaxe ganz oder doch nahezu mit der Richtung der über sie hinstreichenden Luftströme zusammenfällt, sich fortpflanzt, ob er an ihrem nördlichen oder südlichen, resp. ihrem unteren oder oberen Ende zuerst zu wehen beginnt. Auch hierüber liegt gegenwärtig noch wenig zuverlässiges Beobachtungsmaterial vor; doch soll das, was nach dieser Richtung hin über den Föhn vom 23. September 1866 bekannt ist, im Folgenden zusammengestellt werden ¹⁾.

Auf dem grossen St. Bernhard herrschte seit dem Morgen des 21. ein schwacher Nordost, der gegen Mittag in Südwest umsetzte, am Abend wieder zum Nordost wurde, um am Morgen des 22. zum zweitenmal in Südwest umzusetzen. Man darf hieraus schliessen, dass der Föhn hier in der Nacht vom 21. zum 22. seinen Anfang nahm. In der am Nordfuss des Bernhard gelegenen Cantine de Proz und am Grunde des Val d'Entremont war der Föhn am 22.

¹⁾ Dufour, l. c., p. 30.

den ganzen Tag hindurch nur schwach und erst in der Nacht vom 22. zum 23. erlangte er etwas grössere Kraft. In Bourg St. Pierre 9 km vom Kamme der Hauptkette der Penninen ist der Wind am Morgen des 23. noch schwach, sehr stark aber schon am Abend desselben Tages. In Liddes und Martigny bleibt er am 22. gleichfalls noch schwach und verstärkt sich erst in der darauf folgenden Nacht. In Bex dagegen tritt er schon am Morgen des 22. mit Heftigkeit auf, während er in Villeneuve, Montreux und Vevey erst zwischen 10 und 11 Uhr am Abend des gleichen Tages sich deutlicher fühlbar macht. Weit später werden von ihm diejenigen Orte an den Ufern des Genfersees erreicht, die nicht der Mündung des Rhonethales gegenüberliegen, und erst am Nachmittage des 23. gelangen, wie wir schon oben gesehen haben, vereinzelte Föhnstösse bis Cully und Lausanne. Der Föhn begann sonach auf dem St. Bernhard in der Nacht vom 21. zum 22. und machte sich schon wenige Stunden später in Bex sehr deutlich fühlbar, während die ganze zwischenliegende Region des Val d'Entremont und des unteren Rhonethales am 22. nur schwach bewegte Luft hatte. Länger als zwölf Stunden hielt er in Bex wie auch in dem benachbarten Frenièresthale an, während zu Villeneuve an der Mündung des Rhonethales die Luft noch ruhig war und in Montreux um 9 Uhr Abends sogar ein schwacher Nordwest sich fühlbar machte. Diese Thatsache ist für die Fortpflanzung der Bewegung in den Luftmassen von grosser Wichtigkeit, da sich der Strom deutlich in der Richtung des Rhonethales, also von Süd nach Nord bewegte, auf dieser ganzen zwischen Bex und Montreux befindlichen Strecke von etwa 22 km keinerlei Terrainhinderniss erheblicher Art ihn hemmte und man mit Sicherheit annehmen darf, dass nach den zu Bex gemachten Beobachtungen die Geschwindigkeit der bewegten Luftmassen mindestens 10 m per Secunde, also 36 km per Stunde erreichte. Abgesehen also von Bex, wo er, wie wir oben gesehen haben, schon am Morgen des 22. sich einstellte, begann der Föhn auf der ganzen Linie vom St. Bernhard bis Vevey fast gleichzeitig am Abend des 22. Auf dem St. Gotthard herrschten am 21. schwache und veränderliche Nord-, Südost- und Südwinde. Wie auf dem St. Bernhard nehmen auch hier die Luftströmungen erst in der Nacht vom 21. zum 22. etwas mehr Energie an. In

Andermatt ist die Atmosphäre während dieser Zeit fast gänzlich unbewegt und noch am Abend des 22. weht hier ein schwacher Nordost. Erst am 24. scheint der Wind auch hier grössere Kraft angenommen zu haben. In Altorf beginnt der Föhn am 21. gegen Mittag gut entwickelt, doch nicht allzu heftig; erst gegen Abend wird er stärker. Auch in Engelberg bleibt die Atmosphäre bis zum Mittag des 22. ruhig. Da erst setzt der Föhn kräftig ein. In Rathhausen macht er sich erst am Abend dieses Tages deutlicher fühlbar. Auf dem Bernardin weht am 22. ein schwacher Südwind, der am Abend etwas stärker wird. In Thusis ist der Morgen des 22. ruhig, um 1 Uhr Nachmittags aber erhebt sich starker Föhn. In Churwalden, Chur und Klosters weht seit dem Morgen des 22. ein starker Südwest. In Sargans notirt man zur gleichen Zeit schwachen Ostwind, der sich um 1 Uhr Nachmittags in starken Föhn verwandelt. In Altstätten ist die Luft am Morgen des 22. noch ruhig; zwischen 11 und 12 Uhr Mittags beginnt der Föhn. Hieraus ergibt sich also, dass der Föhn auch im Rheinthal ziemlich allgemein und gleichzeitig am Morgen des 22. seinen Anfang nahm, mit der Modification jedoch, dass er in Altstätten und Sargans etwas später sich einstellte als in Churwalden und Chur.

3. Zeitliche und örtliche Vertheilung der Luftbewegung.

a. Beginn der Luftbewegung.

Wichtig für eine allgemeine Charakteristik des Föhnphänomens wäre es, in jedem speciellen Falle möglichst genau zu ermitteln, wann die Luftbewegung ihren Anfang nahm. Leider sind die Angaben, die bis jetzt hierüber vorliegen, noch äusserst unzureichend, wenig gleichmässig und unsicher. Auch in Bezug auf den Föhn vom 23. September 1866 beschränken sich die Beobachtungen des schweizerischen meteorologischen Netzes darauf, das Wehen des Föhns zu einer bestimmten Zeit festzustellen, ohne jedoch anzugeben, wann die Luftbewegung ihren Anfang nahm. Das Wenige, was sich hierüber in Bezug auf den in Rede stehenden Fall ermitteln liess, ist im Nachstehenden zusammengestellt worden ¹⁾.

¹⁾ Dufour, l. c., p. 28.

Im Verlauf des 20. September lässt sich in der Schweiz noch nirgends ein Wind von entschieden ausgeprägtem Charakter wahrnehmen. Auf dem Weissenstein weht schwacher Nord und Nordwest, auf dem Uetli und zu Reckingen im Oberwallis Nord- und Südwest, auf dem Simplon Südwest, in Trogen und Neuchatel schwacher Nordost. Auch am 21. bleibt der Wind an vielen Orten noch schwach und veränderlich, nimmt jedoch auf einzelnen Stationen schon etwas grössere Kraft an. So frischt der Südwest auf dem Weissenstein im Verlaufe des Morgens auf, ist um Mittag schon ziemlich kräftig und verstärkt sich bis zum Abend noch mehr. Ebenso wird in Chaumont und le Sentier der Südwest um 7 h am deutlich fühlbar, nimmt im Verlaufe des Morgens an Stärke zu und wird am Abend äusserst heftig. Auch in Neuchatel beginnt der gleiche Wind am Morgen zu wehen und hat um 1 h pm schon bedeutende Kraft erlangt. Um dieselbe Zeit herrscht er auch bereits in Königsfelden und Winterthur, um jedoch bald wieder nachzulassen. Diese Südwestströmungen scheinen die ersten an die Gipfel des Jura anprallenden Vorläufer des grossen Sturmes gewesen zu sein, der sich bald darauf über der ganzen Schweiz entfesseln sollte. Am Abend des 21. beginnt er auch noch an einigen anderen Punkten zu wehen: so im Jura, zu Ponts und la Chaux de Fonds, im schweizerischen Flachlande zu Trogen, im Hochgebirge zu Medels, Stalla und Bevers. Während der Nacht vom 21. zum 22. hält er mit grosser Heftigkeit an in Ste. Croix, Chaumont und auf dem Weissenstein und nimmt seinen Anfang auf dem Rigi, in Chur und Churwalden. Während nun an den genannten Orten der Süd, Südwest und Südost schon seit mehreren Stunden mit grosser Heftigkeit herrschte, war auf den anderen schweizerischen Stationen, besonders den den Alpen am nächsten gelegenen, die Atmosphäre noch vollkommen ruhig. So verläuft auf dem Splügen, in Reichenau, Altstätten, Glarus, Zug, Altorf und Engelberg der 21. September durchaus ungestört und erst am Morgen des 22. oder gegen die Mitte dieses Tages hin macht sich hier wie auf den übrigen Stationen Föhnbewegung fühlbar. Interessant ist es hierbei festzustellen, dass bei einer grossen Anzahl sehr entfernt von einander gelegener Stationen der Sturm ganz plötzlich und fast gleichzeitig zwischen 11 und 12 Uhr Mittags losbrach. So beginnt er um 10 h in Bex, um 11 h

in Glarus und Altstätten, um 12 h in Reckingen, Grächen, Zermatt, Gliss, Frutigen, Sallanches und St. Gallen. Am Nachmittag des 22. und in der darauf folgenden Nacht beginnt der Föhn, resp. nimmt seinen Fortgang auf allen den schweizerischen Stationen, die überhaupt während dieser Periode von ihm berührt worden sind. Doch ist hiebei zu bemerken, dass er in Stans, Zürich und Schaffhausen erst am 23. im Verlauf des Morgens oder gegen Mittag zu wehen begann. Auch gelangten an diesem Tage vereinzelte Föhnstösse an Orte, wo der Föhn im Allgemeinen äusserst selten und immer nur von kurzer Dauer ist. Solche Stösse wurden wahrgenommen zu Cully um 3 h, zu Lausanne gegen 4 h pm. Hieraus ergibt sich also, dass die am höchsten und den Alpen am nächsten gelegenen Stationen keineswegs am frühesten vom Föhn erreicht wurden, und es ist überaus beachtenswerth, dass am 21. und in der Nacht vom 21. zum 22., als der Sturm im Jura, in Trogen und an anderen Orten des schweizerischen Mittellandes schon geraume Zeit wehte, auf Gebirgsstationen wie Julier, Splügen, Andermatt, Grächen, Zermatt etc. noch vollkommene Ruhe in der Atmosphäre herrschte, was wiederum dafür spricht, dass die Luftbewegung nicht von Süd nach Nord, sondern von Nordwesten her gegen die Alpen hin sich fortpflanzte.

b. Oertliche Vertheilung der Luftbewegung.

Fassen wir nun auch die Art und Weise ins Auge, wie die Luftbewegung beim Föhn vom 23. September über das Alpengebiet vertheilt war, so gelangen wir zu höchst eigenthümlichen Ergebnissen, die für eine allgemeine Charakteristik unseres Sturmphänomens von Wichtigkeit sein dürften. Aus den Beobachtungen, die über den in Rede stehenden Fall angestellt wurden, geht hervor, dass der Föhn in den Thälern der Alpen länger und stärker geherrscht hat als über dem schweizerischen Flachland. Auf diesem ganzen Hochplateau vom Jura bis zum Bodensee war die Luftbewegung weit weniger heftig, stellenweis sogar kaum wahrnehmbar, überall von kürzerer Dauer als in den höher gelegenen Gebirgsthälern; ausserdem aber erhellt aus ihnen, dass der Föhn in den östlichen Theilen dieser zwischen Alpen und Jura sich hinziehenden Thalmulde entschieden deutlicher ausgesprochen

war als in den mittleren und westlichen Gebieten derselben. Folgende Nachweise mögen dies bestätigen ¹⁾.

Innerhalb des Thallabyrinths des Bündnerbodens herrschte der Föhn in der Zeit vom 22. bis 24. September sowohl auf allen hochgelegenen Bergstationen, besonders auf dem Julier und Bernardino, als auch auf den tiefer gelegenen Thalstationen, besonders im Rheinthal, mit grosser Heftigkeit. Ebenso war er weiter nördlich in St. Gallen, Zürich und auf dem Uetli ziemlich heftig, schwach dagegen oder so gut wie gar nicht wahrnehmbar an der ganzen Nord- und Nordostgrenze der Schweiz: in Kreuzlingen, Frauenfeld, Winterthur, Schaffhausen, Lohn, Zurzach, Bözberg, Muri, Aarau, Olten, Solothurn etc. Indessen die Temperatur, welche die Luft am 23. und 24. auf den genannten Stationen zeigte, beweist zur Genüge, dass wohl Föhnstösse bis in diese Gegend gelangten, aber von der Kraft ihrer Bewegung bereits ein gut Theil eingebüsst hatten. In dem noch weiter nördlich am deutschen Ufer des Bodensees gelegenen Friedrichshafen war der Föhn auffallender Weise viel deutlicher ausgesprochen als in den oben genannten der Alpenkette näher gelegenen Schweizerstationen. Wie in Graubünden so trat der Föhn auch sehr heftig auf in den Thälern der inneren Schweiz, namentlich in Glarus, Altorf, Schwyz, Einsiedeln und Zug. Von gleicher Heftigkeit, aber kürzerer Dauer war er in Luzern. Ausserordentlich merkwürdig und fast unerklärbar ist die Thatsache, dass, während am 24. hier und in der ganzen Umgebung des Luzernersees der heftigste Föhnsturm raste, auf dem nahe gelegenen Pilatus die Luft vollständig ruhig blieb. Sehr entschieden machte sich der Föhn vom 23. September auch in dem sonst seltener von ihm heimgesuchten Berner Oberlande geltend, wo er besonders auf der Grimsel und in Guttannen wie im ganzen Haslithale mehrere Tage lang herrschte. Auch in Brienz, Interlaken und Grindelwald hielt er den 22. und 23. mit grosser Heftigkeit an; weniger entschieden trat er während dieser beiden Tage in St. Beatenberg auf, wo er sich erst in der Nacht vom 24. zum 25. deutlicher fühlbar machte. Zu Bern ist von einer eigentlichen Föhnbewegung in den unteren Luftschichten nichts wahrzunehmen; es herrschen

¹⁾ Dufour, l. c., p. 26.

vielmehr am Boden während der ganzen Dauer der in Rede stehenden Föhnperiode entschieden nordöstliche Winde vor. Dass aber auch hier der Föhn in den höheren Regionen der Atmosphäre sich geltend machte, dafür sprechen zunächst die am 21. beobachteten Südost-, Südwest- und Westwinde als Vorläufer des in den oberen Schichten von Nordwesten her schon bis dahin vorgehenden Sturmes, den Wild für eine Fortsetzung des in Spanien und der Provence wüthenden Orkans ansieht, sodann das starke Fallen des Barometers, das am 23. bei 703,1 mm sein Minimum erreichte, endlich auch der Zug der oberen Wolken, die, wie an vielen anderen Orten, so auch hier von Südwesten nach Nordosten sich bewegten, also gerade entgegen dem in der Tiefe herrschenden Luftstrom, der von Wild lediglich für eine locale Rückströmung nach den Stellen verminderten Luftdrucks im Süden gehalten wird ¹⁾.

Wenden wir uns nun den walliser Alpen zu, so weisen die hier angestellten Beobachtungen wiederum ganz merkwürdige Ergebnisse auf. Während die Luft sowohl im oberen Rhonethal in der Gegend von Gliss und Reckingen wie über dem unteren zwischen Martigny und dem See gelegenen Theile desselben und den hier einmündenden Seitenthälern von Bagnes und Entremont mit der gleichen Heftigkeit bewegt war wie über den von der berner Grenzkette nach Norden zu sich absenkenden Thälern von Kandersteg, Frutigen, Zweisimmen, Saanen, Ormonds und Frenières, finden wir über dem mittelwallisischen Rhonethale, besonders über den Thalbecken von Sion und Sierre eine Luft, die wenig oder gar nicht bewegt ist und so zu sagen eine Calmeninsel innerhalb der rings sie umfluthenden Strömungen bildet. In Sion selbst war der Wind wenig und etwas weiter westlich in den am rechten Rhoneufer gelegenen Orten Chamossion, Leytron, Saillon und Fully so gut wie gar nicht wahrnehmbar.

In den an die Westgrenzen der Schweiz sich anlehnenden Nachbargebieten von Savoiën wurde der Föhn vom 23. September gleichfalls ziemlich allgemein wahrgenommen, namentlich in Cha-

¹⁾ Wild, über die Witterung des Jahres 1866 in Bern, Bern 1868, p. 12.

monix und im ganzen Arvethal bis in die Gegend von Sallanches. Auch hier konnten die hohen Seitenketten, die den Mont Buet umgeben und das Thal der Arve von dem des Giffre trennen, den von dem mächtigen Montblancmassiv herabdringenden Luftstrom nicht hindern, aus dem Chamonixthal ins obere Sixththal sich hinunterzustürzen, in welchem letzteren der Föhn am 23. bis Samoens gelangte, ohne jedoch, was wiederum sehr auffallend ist, in dieser Richtung weiter vorzudringen. In Abondance z. B., das 20 km nordwärts von Samoens liegt, war er gar nicht mehr wahrnehmbar, ebensowenig über dem Becken des Genfersees und am gegenüberliegenden waadtländischen Ufer. Die wenigen am rechten Seeufer gelegenen Ortschaften, wie Villeneuve, Vevey und Cully, die vom Föhn berührt wurden, empfingen seine Luftströmungen offenbar nicht vom savoïischen Ufer herüber, sondern aus dem unteren Wallis durch die bei St. Maurice sich öffnende Pforte des Rhonethals, das sie als natürlicher Canal bis zum Seebecken hinableitete. Bemerkenswerth ist nun, dass, während am linken Seeufer kein Blatt zitterte und auch über dem Waadtlande der Föhn wenig oder gar nicht wahrgenommen wurde, er in Ste. Croix, Chaumont und anderen Orten des Jura sehr deutlich sich fühlbar machte. Dufour will diese auffallende Erscheinung damit erklären, dass er annimmt, die warme Föhnluft habe sich im Innern des Chablais plötzlich gehoben und ihren Weg als oberer Strom über das Becken des Genfersees und das Waadtland hinweg fortgesetzt, um erst weiter nordwärts an den Abhängen des Jura den Boden wieder zu erreichen ¹⁾. In dieser Erklärung wird jedoch ein ausreichender Beweggrund vermisst, warum die warme Föhnluft, nachdem sie sich von den Höhen des Montblanc und Buet in die Thäler des Chablais hinabgesenkt hat, hier sich plötzlich wieder gehoben haben soll. Uebrigens darf nicht vergessen werden, dass trotz der relativen Ruhe der Atmosphäre, die über dem grössten Theile des Waadtlandes herrschte, die mehrfach beobachtete Wärme und Trockenheit der Luft den Einfluss des Föhns doch auch hier deutlich erkennen lässt. Auch in allen anderen Föhnfällen wird die Beobachtung gemacht, dass

¹⁾ Dufour, l. c., p. 28.

an dem einen Orte heftige Luftbewegung herrscht, während an einem andern ganz nahe gelegenen keine Spur von Bewegung zu erkennen ist.

c. Ende der Luftbewegung.

Wie wir oben gesehen haben, dass die Luftbewegung, die den Anfang der Föhnperiode vom 23. September bezeichnet, an verschiedenen Stationen zu ganz verschiedenen Zeiten beginnt, so soll im Nachstehenden gezeigt werden, dass auch das Ende derselben, welches den Abschluss der ganzen Periode markirt, in gleicher Weise auf den verschiedenen Stationen zu verschiedenen Zeiten eintritt ¹⁾.

Auf den Stationen des Jura, wo der Wind im Allgemeinen zuerst sich erhob, scheint er auch am frühesten sich wieder gelegt zu haben. So tritt in Neuchatel mit dem Morgen des 23., in la Chaux de Fonds und Ste. Croix mit dem 24. wieder Ruhe in der Atmosphäre ein. Auf dem Weissenstein, wo er schon am 21. ziemlich stark gewesen war, ist er am 23. und 24. nur noch schwach, nimmt aber am 25. noch einmal neue Kraft an, um jedoch bald darauf sich ganz zu legen.

Im Gebiet der Alpen tritt zu Martigny mit dem Morgen des 24. wieder Ruhe ein; in Montreux etwas später gegen die Mitte des gleichen Tages; in Bex dagegen, wo die Bewegung der Luft viel früher begonnen hat als auf den übrigen Stationen des Rhonethales, dauert dieselbe fort und ist noch am Abend des 24. sehr stark, um erst in der darauffolgenden Nacht vollständiger Ruhe Platz zu machen. Auch in Engelberg hielt die Luftbewegung ungewöhnlich lange an. Der Föhn begann hier gegen Mittag des 22. und wehte mit grosser Heftigkeit bis zum Mittag des 25. In den Thälern von Bagnes und Entremont sowie in Zermatt hört die Luftbewegung bereits am Abend des 24. auf, in Gliss dagegen erst am Morgen des 25. Um dieselbe Zeit endet sie auch in Schwyz, während im nahe gelegenen Zug schon am Abend des 24. Ruhe eingetreten ist. Auf dem Uetli weht an diesem Abend noch ein ziemlich starker Südwest, der am 25.

¹⁾ Dufour, l. c., p. 35.

in einen schwachen Nordwind übergeht, während im nahen Trogen am Morgen des 25. noch starker Südost beobachtet wird. In Glarus legte sich der Föhn in der Nacht vom 24. zum 25., nachdem er länger als sechzig Stunden ununterbrochen gerast hatte. In St. Gallen, Altstätten und Zernetz weht bis zum Mittag des 25. noch ein heftiger Südwest, in Sargans und Klosters bis zur gleichen Zeit ein starker Südwind, der in Churwalden, Medels und auf dem Bernardin noch den ganzen Tag über anhält. Wir sehen also, dass der Föhn vom 23. September zuerst im westlichen Jura, sodann am Fusse und in den Thälern der westlichen und mittleren schweizer Alpen, zuletzt über dem Thallabyrinth des bündener Hochbodens aufgehört hat, dass also im Osten die Luftbewegung im Allgemeinen am längsten anhielt und am spätesten wieder vollständiger Ruhe Platz machte.

Ueberschauen wir nunmehr die Ergebnisse, welche die vorstehende Untersuchung der dynamischen Eigenschaften des Föhns gewonnen hat, so lassen sich dieselben kurz in folgende Sätze zusammenfassen:

Die Bewegung der vom Föhn erregten unteren Luftschichten setzt sich aus einer horizontalen und einer verticalen Dislocation zusammen, welche beide vom Relief des Bodens mannigfach beeinflusst werden und in ihrer Richtung nicht selten erheblich abweichen von der durch den Wolkenzug angedeuteten Bewegung der oberen Luftschichten.

Was die Stärke der Luftbewegung betrifft, die der Föhn in der Atmosphäre hervorruft, so lässt er hierin alle bisher bekannten Gebirgswinde der Alpen hinter sich. Die Intensität aber, die er als dynamischer Factor entwickelt, ist nicht eine gleichmässige, sondern ebenso wie auch bei anderen heftigen Stürmen eine unterbrochene und zwar äussert sich seine mechanische Kraft namentlich zu Anfang in kurzen starken Stössen, die auch im weiteren Verlauf des Sturmes sich deutlich unterscheiden lassen und eine wechselnde Zu- und Abnahme in der Heftigkeit der Luftbewegung verrathen, was auf das Vorüberziehen barometrischer Minima hindeutet, von denen aus die Luftbewegung in der Richtung von Nordwest nach Südost bis zum Hauptkamm der Alpen sich fortpflanzt.

Wie die Intensität der Luftbewegung nicht als eine gleichmässige, sondern unterbrochene erkannt wurde, so erwies sich auch bei Specialuntersuchung eines als Typus geltenden Falles seine zeitliche und örtliche Vertheilung über das von ihm beherrschte Gebiet als eine ganz ungleichmässige, insofern nicht nur der Anfang und das Ende der Luftbewegung an verschiedenen Orten zu verschiedenen Zeiten eintrat, sondern auch während der Dauer derselben der Sturm hier mit orkanartiger Heftigkeit wüthete, während an anderen ganz nahe gelegenen Orten kaum eine Spur von Bewegung in der Luft wahrzunehmen war.

III.

Luftwärme.

Nachdem im Voraufgehenden die durch ungleiche Vertheilung des atmosphärischen Druckes erzeugte Bewegung der Luftmassen von verschiedenen Gesichtspunkten aus beleuchtet worden ist, wendet sich die Untersuchung im Nachstehenden ganz naturgemäss den den Föhn charakterisirenden Wärmeerscheinungen zu, welche von den bedeutendsten modernen Meteorologen auf jene Bewegung als ihre Hauptursache zurückgeführt werden und wohl auch mit derselben im engsten ursächlichen Zusammenhange stehen dürften, wenn gleich bis jetzt das wahre Wesen dieses Zusammenhanges noch nicht mit der vollkommenen Klarheit und Sicherheit erkannt worden ist, als man hie und da anzunehmen geneigt ist.

1. Anfang, Ende und Dauer der Temperaturerhöhung.

Wie wir im voraufgehenden Capitel sahen, dass bei dem Föhn vom 23. September 1866 die Bewegung der Atmosphäre keineswegs überall gleichzeitig begann, sondern an verschiedenen Orten zu ganz verschiedenen Zeiten ihren Anfang nahm, um dem entsprechend auch zu verschiedenen Zeiten ihr Ende zu erreichen, so wird aus Nachstehendem sich ergeben, dass auch die dieses Phänomen begleitende Temperaturerhöhung durchaus nicht überall gleichzeitig eintrat, sondern vielmehr ebenso wie die Luftbewegung an verschiedenen Orten zu verschiedenen Zeiten begann. Auffallend und merkwürdig ist dabei die Thatsache, dass eine solche

Temperaturerhöhung an mehreren Orten schon beobachtet wurde, noch ehe die den Föhn charakterisierende Luftbewegung begann, so dass es fast den Anschein gewinnt, als ob erwärmte Luftmassen dem Sturm langsam vorausgezogen seien ¹⁾.

Zu Chaumont beträgt die mittlere Temperatur am 20. September $10,6^{\circ}$, also 3° mehr als die der vorhergehenden Tage; der dem Föhn vorausgehende Südwest beginnt aber hier erst am Morgen des folgenden Tages zu wehen. Während dieses Tages hält sich die Temperatur fast beständig auf der Höhe von $10,7^{\circ}$ und steigt erst am 22. bis auf $15,1^{\circ}$, um am 24. mit $16,6^{\circ}$ ihr Maximum zu erreichen. In dem Augenblick, als dieses eintritt, hatte der Südwest bereits zu wehen aufgehört. In Ste. Croix betrug die mittlere Temperatur am 19. noch $7,3^{\circ}$; am 20. stieg sie auf $10,7^{\circ}$ und erreichte am 21. schon $14,4^{\circ}$; am Abend dieses Tages, zwei oder drei Stunden bevor die ersten Windstöße sich erhoben, betrug sie $12,3^{\circ}$, nur um ein Geringes weniger als die Mittagstemperatur. In der darauf folgenden Nacht kam der Föhn zum Ausbruch und am Morgen des nächsten Tages um 7 h betrug die Temperatur $15,7^{\circ}$, um 1 h pm bereits $20,0^{\circ}$. Auf dem Weissenstein war die Temperatur am 21. noch ziemlich niedrig, obgleich der Wind schon sehr heftig wehte, und erst am 22. und 23. erfuhr sie hier eine bedeutende Steigerung. Fast ganz dieselben oder doch ähnliche Wahrnehmungen werden auch auf den meisten übrigen Stationen des Jura gemacht, woraus sich das merkwürdige Resultat ergibt, dass sich die Erhöhung der Temperatur im Jura fast zu derselben Zeit fühlbar machte wie auf der schweizerischen Hochebene, obgleich dort der Wind weit eher zu wehen begonnen hatte als hier. Auf dem St. Bernhard und Simplon zeigt die mittlere Temperatur keine bedeutende Aenderung in der Föhnperiode vom 19. bis 25. September. Schon am 20. beginnt hier die Temperatur ein wenig zu steigen und erhebt sich gegen die Mitte des 21. auf dem Bernhard bis zu $9,9^{\circ}$, auf dem Simplon bis $10,8^{\circ}$. Um diese Zeit schwankte der Wind auf beiden Stationen noch zwischen Südwest und Nordwest, obgleich auf der letzteren der Südwest seit 3 h pm ziemlich ausgesprochen vorherrschte. Am nächsten Tage, als der Südwest zur ausschliess-

¹⁾ Dufour, l. c., p. 36.

lichen Alleinherrschaft gelangt war, sank die Temperatur um ein Geringes. Das Maximum des täglichen Mittels trat auf beiden Stationen am 24. ein. Fast die gleichen Beobachtungen wurden auf dem St. Gotthard gemacht. In Engelberg und auf dem Rigi, wo der Föhn erst am 22. auftritt, beginnt das Thermometer schon am 21. um 9 h pm zu steigen und kündigt in der unzweideutigsten Weise das bevorstehende Naturereigniss an, das der folgende Tag bringen sollte. Auf dem Rigi notirt man um 9 h pm $8,6^{\circ}$, ebensoviel als am Mittag desselben Tages und mehr als zur gleichen Stunde der vorausgehenden Tage. In Engelberg steigt das Thermometer zur selben Zeit sogar auf $12,6^{\circ}$, mehrere Grade höher als dies zur gleichen Stunde an den vorangehenden Tagen der Fall gewesen war. Das Maximum tritt in Engelberg am 23., auf dem Rigi aber erst am 24. ein. In Altorf und Glarus begann der Föhn am 22. gegen die Mitte des Tages. Schon um 9 h des vorhergehenden Abends ist die Temperatur auf beiden Stationen um 3 bis 4° höher als zur selben Zeit an den vorhergehenden Tagen. Am Abend des 22. einige Stunden nach Beginn des Föhns steigt das Thermometer zu Altorf bis auf $21,7^{\circ}$, zu Glarus auf $22,2^{\circ}$; das Maximum tritt in Altorf am 23., in Glarus am 24. ein. In Altstätten, wo der Föhn am 22. um $11\frac{1}{4}$ h am beginnt, war die Temperatur schon am Morgen höher als zur selben Zeit an den vorausgehenden Tagen.

Mit dem Aufhören des Föhns begann auch die Temperatur im Allgemeinen zu sinken. Auf den meisten Stationen jedoch verräth sich die Abkühlung der Luft zu der Zeit, wo die heftige Bewegung derselben ihr Ende erreichte, nur wenig und das Thermometer verharret, nachdem die Ruhe in der Atmosphäre wieder vollständig hergestellt ist, hie und da noch einige Stunden in der während des Sturmes erreichten Höhe. An einigen Orten ist dies ziemlich auffallend. In Neuchatel war der Südwest am 22. schwächer als am 21., die Temperatur dagegen höher. Selbst am 23., als der Föhn hier nicht mehr wehte, hielt sich die Luftwärme noch in beträchtlicher Höhe und wies ein Tagesmittel von $19,9^{\circ}$ auf. Ganz dieselben Beobachtungen wurden zu Chaumont, Ste. Croix, le Sentier, auf dem Weissenstein und anderen Stationen des Jura gemacht.

Hieraus ergibt sich also, dass der vorstehend besprochene

Föhn in einem grossen Theile der Schweiz zwei, an einzelnen Stationen sogar drei Tage lang eine Temperatursteigerung erzeugte, die eine nicht unbedeutende Höhe erreichte. Je nach der verschiedenen Dauer der Luftbewegung ist auch die Dauer der sie begleitenden Temperaturerhöhung bei verschiedenen Föhnfällen eine ganz verschiedene und schwankt zwischen einigen Stunden und mehreren Tagen. Bei der abnorm langen Föhnperiode, welche in die erste Dekade des Januars 1877 fällt ¹⁾, füllt diese Wärmerhöhung den Zeitraum einer ganzen Pentade aus und rückt die Durchschnittstemperatur nicht nur der betreffenden Tage, sondern des ganzen Monats zu abnormer Höhe herauf, ein Umstand, der auch in klimatischer Beziehung von immenser Tragweite ist.

2. Betrag der Temperaturerhöhung und Abweichung von den Normalmitteln ²⁾.

Um annähernd zu bestimmen, um wieviel die Temperatur der Luft durch den Föhn vom 23. September über ihr normales Mass erhöht wurde, sind für eine Reihe der wichtigsten Stationen des schweizerischen meteorologischen Netzes in derselben Weise, wie dies bereits früher mit den Barometerbeobachtungen geschehen ist, die mittleren Tagestemperaturen berechnet und in nachstehender Tabelle der Art neben einander gestellt worden, dass unter A die mittleren Tagestemperaturen der der Föhnperiode vorausgehenden und nachfolgenden drei Tage, unter B diejenigen der drei Föhntage selbst und unter C die zwischen A und B sich ergebenden positiven oder negativen Differenzen zu stehen kommen ³⁾.

¹⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz, p. 11.

²⁾ Vergl. hierzu die Kartenskizze des Föhngebiets vom 23 September 1866, Taf. VI, welche entnommen ist aus Mühry, Untersuchungen über die Theorie und das allgemeine geographische System der Winde, Göttingen 1869.

³⁾ Dufour, l. c., p. 6.

Station.	Höhe in m	Temperatur.		
		A	B	C
Bern	574	13,2	17,1	3,9
St. Beatenberg	1150	11,2	17,2	6,0
Brienz	586	14,0	20,3	6,3
Affoltern	795	12,5	16,7	4,2
Zürich	480	14,5	16,8	2,3
Uetliberg	874	12,1	18,4	6,3
Glarus	473	14,4	23,5	9,1
Schwyz	547	14,2	20,7	6,5
Einsiedeln	910	12,3	18,6	6,3
Zug	429	15,0	21,8	6,8
Rigi	1784	8,3	12,1	3,8
Muri	483	13,7	18,1	4,4
X—Rathhausen	440	14,4	21,4	7,0
Stans	456	13,5	18,9	5,4
Engelberg	1024	11,5	18,1	6,6
Altorf	454	15,2	21,8	6,6
Andermatt	1448	9,3	11,9	2,6
St. Gotthard	2093	4,3	5,2	0,9
Faido	722	14,7	14,0	— 0,7
Bellinzona	229	17,5	18,4	0,9
Mendrisio	355	16,9	19,0	2,1
Castasegna	700	15,2	15,2	0,0
Brusio	777	14,6	16,0	1,4
Rosa-Bernina	1873	7,8	7,7	— 0,1
Sils	1810	7,4	9,5	2,1
Bervers	1715	8,0	11,0	3,0
Remüs	1245	12,4	15,2	2,8
Julier	2204	5,7	8,0	2,3
Stalla	1780	8,6	11,6	3,0
Splügen	1471	9,3	12,3	3,0
Bernardin	2070	5,7	6,5	0,8
Platta	1379	10,5	12,7	2,2
Thusis	706	13,7	19,2	5,5
Reichenau	597	13,6	18,4	4,8
Chur	603	13,8	21,3	7,5
Klosters	1207	11,0	17,2	6,2
Marschlins	545	14,1	20,8	6,7
Sargans	501	15,0	22,2	7,2
Altstätten	478	15,8	22,9	7,1
Trogen	885	13,5	20,1	6,6
St. Gallen	679	14,4	20,6	6,2

* Rothhausen und der Kreis Zugerfeld
 Luzern by Emmen. —

Station.	Höhe in m	Temperatur.		
		A	B	C
Frauenfeld	422	13,7	17,5	3,8
Schaffhausen	398	14,2	17,1	2,9
Zurzach	355	13,6	16,7	3,1
Basel	278	13,8	17,6	3,8
Solothurn	441	14,3	15,7	1,4
St. Imier	833	11,9	17,1	5,2
Bözberg	577	12,8	18,4	5,6
Pruntrut	430	13,1	17,9	4,8
Neuchatel	488	14,5	18,1	3,6
Chaumont	1152	10,3	15,4	5,1
Ste. Croix	1092	10,6	16,7	6,1
Dizy	588	13,6	18,4	4,8
Vuadens	825	12,1	17,6	5,5
Genf	408	14,0	19,5	5,5
Morges	380	14,6	18,9	4,3
Montreux	385	14,5	21,1	6,5
Bex	437	14,5	23,0	8,5
Martigny	498	14,2	19,3	5,1
Sion	536	15,0	18,3	3,3
Simplon	2008	5,6	6,8	1,2
St. Bernhard	2478	2,7	4,2	1,5
Grächen	1632	8,3	11,3	3,0
Gliss	688	12,9	16,6	3,7
Reckingen	1339	9,5	12,0	2,5

Ueberblickt man vorstehende Tabelle, so springt sofort in die Augen, dass die Stationen am Südfuss der Alpen während der ganzen in Rede stehenden Föhnperiode eine bedeutende Temperaturerhöhung nicht zu verzeichnen hatten. Die Differenz der Temperatur der eigentlichen Föhntage einerseits und der dem Föhn unmittelbar vorausgehenden und nachfolgenden Tage andererseits übersteigt hier nirgends den Betrag von 2°. Zu Castasegna ist sie gleich Null und in dem unmittelbar am Südfuss des Gotthard gelegenen Faïdo wird sie sogar negativ. Es erreicht hier die Temperatur noch nicht eine Maximalhöhe von 20° und in der ganzen zweiten Hälfte des September bleiben die Tagesmittel unter 16° zurück. In Bellinzona ist der 24. der wärmste Tag mit einem Mittel von 22° und einem Maximum von 24,5°. Auch in Lugano ist dieser Tag der wärmste mit

einem Maximum von $23,5^{\circ}$. Aehnliche Resultate liefern die Beobachtungen zu Aosta, Pallanza, Mendrisio und Brusio, wo die Temperaturen noch unter denen von Bellinzona und Lugano zurückbleiben. Hieraus ergibt sich also, dass alle diese Stationen am Südfuss der Alpen, obgleich sie grösstentheils in geringerer Seehöhe liegen als die meisten meteorologischen Stationen am Nordhang des Gebirges, doch niedrigere Temperaturen zu verzeichnen hatten als Altorf, Stans, Glarus und andere Föhnstationen. Zu Aosta am Südfuss der Penninen überstieg die Temperatur in der ganzen Pentade vom 21. bis 25. September nicht einen Augenblick die Höhe von 21° , während zu derselben Zeit in Martigny und Bex auf der Nordseite der gleichen Gebirgskette schon die Tagesmittel 20° überstiegen und man noch um 9 h pm, wo die Sonne schon Stunden lang aufgehört hatte zu wirken, Temperaturen von 24° notirte.

Interessant ist es, mit diesen Ergebnissen die mittleren Tagestemperaturen zu vergleichen, wie sie während unserer Föhnperiode und der ihr voraufgehenden Tage im Süden Europas an Orten beobachtet wurden, die in grösserer Entfernung von den Alpen sich befinden als die eben genannten. Zu bemerken ist hiezu, dass die Mittel von Neapel nur aus zwei Beobachtungen abgeleitet sind, die um 9 h am und 3 h pm angestellt wurden; sie sind also sicher zu hoch; die der übrigen italienischen Stationen sind aus drei Beobachtungen abgeleitet, welche um 9 h am, 3 h und 9 h pm gemacht wurden. Die Mittel von Marseille sind das Ergebniss zweimaliger Beobachtungen um 9 h am, 12 h und 4 h pm. Die von Palma sind aus dem Maximum und Minimum abgeleitet und die von Athen aus dreimaligen Beobachtungen um 8 h am, 2 h und 9 h pm. Es ergibt sich also hieraus, dass diese Beobachtungen mit denen der schweizerischen Stationen, welche um 7 h am, 1 h und 9 h pm angestellt wurden, nicht streng vergleichbar sind. Immerhin aber sind dieselben noch brauchbar und die nachstehende Tabelle wird zeigen, wie selbst im tieferen Süden Europas die Tagesmittel der meisten hier verzeichneten Beobachtungsorte hinter denen zurückblieben, die während der Föhnperiode auf mehreren schweizerischen Stationen am Nordhang der Alpen verzeichnet wurden ¹⁾.

¹⁾ Dufour, l. c., p. 46.

Station.	Tag der Beobachtung.							
	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
Lissabon	20,7	21,4	18,6	18,0	18,1	14,6	15,0	16,9
Palma	21,4	23,2	22,6	23,2	27,0	25,5	23,7	19,7
Marseille	16,8	19,3	20,5	19,3	22,4	24,0	25,0	17,1
Neapel	24,2	20,3	22,4	24,6	27,7	26,6	26,0	26,8
Camerino	15,0	15,4	14,8	23,5	23,0	22,5	23,7	23,0
Rom	19,0	19,0	20,7	20,8	22,8	22,4	22,3	21,8
Ancona	20,2	20,0	21,0	22,0	23,0	23,4	23,7	23,4
Mailand	17,4	18,6	18,8	20,3	19,2	21,2	21,4	18,3
Genua	20,7	22,7	22,3	23,6	21,4	22,3	23,1	
Mondovi	15,4	17,3	16,9	17,7	16,9	15,2	16,9	
Bologna	14,2	17,3	20,8	21,4	21,2	22,2	24,1	22,2
Athen	25,4	25,0	22,6	22,4	23,5	24,4	24,3	24,1

Aus diesen Zahlen ergibt sich, dass am 23. und 24. September die mittlere Tagestemperatur einiger schweizerischer Stationen wie Sargans, Glarus, Bex höher war als die der meisten italienischen Stationen zur gleichen Zeit. Bologna, Parma, Genua, ja selbst Rom und Palermo haben in der ganzen zweiten Hälfte des September nicht so hohe Tagesmittel aufzuweisen als dies bei einzelnen schweizerischen Föhnstationen während unserer Sturmperiode der Fall war. Zu dem gleichen Ergebniss gelangt man, wenn man diese Stationen mit Marseille vergleicht, wo das Tagesmittel während der ganzen zweiten Septemberhälfte nicht die Höhe erreicht, die es am 24. zu Sargans aufweist. Dasselbe gilt auch von Palma mit alleiniger Ausnahme des 22., der hier etwa um 1° wärmer war als Sargans und Glarus. Selbst zu Lissabon gab es in der ganzen Zeit vom 15. bis 30. September nicht einen Tag, an welchem die mittlere Temperatur die Tagesmittel von Glarus, Stans, Altstätten, Zug, Bex erreicht hätte. In Athen war die Temperatur des 18. und 19. September nahezu gleich der, welche am 24. in Sargans und Glarus beobachtet wurde; die übrigen Tage waren aber auch hier weniger warm als auf den mehrfach genannten Föhnstationen am Nordfuss der Alpen.

Genauere Ergebnisse als aus der auf Seite 164 gegebenen Zusammenstellung würden sich ermitteln lassen, wenn man für jede Station die mittlere Temperatur gerade derjenigen Zeit, während welcher der Föhn an der betreffenden Station wirklich fühlbar

war, berechnen und die so gewonnenen Ergebnisse mit dem Mittel der vorangehenden und der nachfolgenden Tage vergleichen könnte. Die genaue Bestimmung dieses Zeitraums der wahren Föhndauer würde aber bei vielen Stationen nicht unerhebliche Schwierigkeiten verursachen, da, wie schon an einem anderen Orte bemerkt wurde, nicht alle Beobachter Beginn und Aufhören des Föhns genau genug angeben, um für jede einzelne Station die wahre Dauer der Föhnperiode richtig zu bestimmen. Im Allgemeinen waren der 22., 23. und 24. die eigentlichen Föhntage und mit wenigen unerheblichen Ausnahmen fanden auch auf den meisten schweizerischen Stationen wesentliche Temperaturerhöhungen vor Beginn dieser Periode nicht Statt. Anders verhält es sich allerdings mit dem Ende derselben, insofern der Föhn am 25. noch an verschiedenen Punkten, besonders der östlichen Schweiz anhielt und seinen erwärmenden Einfluss auf die ersten beiden Beobachtungen dieses Tages deutlich geltend machte, während die dritte Beobachtung bereits durchweg das Aufhören des warmen Luftstroms und mit ihm ein Sinken der Temperatur zu erkennen giebt. Für alle diejenigen Stationen, wo dies der Fall war, hätte also der 25. streng genommen noch mit zur Föhnperiode der drei vorangehenden Tage gezählt werden müssen, was dann für die betreffenden Stationen die Differenzen unter C etwas vermehrt haben würde.

Eine andere noch genauere Methode, den wahren Werth der durch den Föhn hervorgerufenen Erhöhung der Temperatur über die normale zu ermitteln, bestände darin, die mittleren Temperaturen der einzelnen Föhntage mit den absoluten Mitteln der betreffenden Tage zu vergleichen, was deshalb nicht möglich ist, weil diese absoluten Mittel, zu deren Bestimmung langjährige Beobachtungen erforderlich sind, für die meisten Stationen des schweizerischen Beobachtungsnetzes zur Stunde noch unbekannt sind. Eine Ausnahme macht in dieser Beziehung Genf, wo schon seit einer längeren Reihe von Jahren mit grosser Sorgfalt meteorologische Beobachtungen angestellt wurden ¹⁾. Es sind daher die auf dieser Station während der Föhnperiode vom 21. bis 25. September beobachteten Tagesmittel mit den entsprechenden normalen Mitteln

¹⁾ Plantamour, du climat de Genève, Genève 1863, p. 144.

Plantamour, nouvelles études sur le climat de Genève, Genève 1876.

jedes einzelnen Tages und den hieraus sich ergebenden Differenzen hier zusammengestellt worden; doch ist dazu im Voraus zu bemerken, dass der Föhn vom 23. auf dieser Station überhaupt nur während eines Theiles des genannten Tages auftrat und dass die Temperatur an diesem Tage mit $26,7^{\circ}$ ihr Maximum erreichte.

Tag.	Normalmittel.	1866.	Differenz.
21	13,7	15,5	1,8
22	13,6	18,9	5,3
23	13,4	20,7	7,3
24	13,3	18,9	5,6
25	13,1	14,3	1,2

Jedenfalls ergibt sich aus dem Vorstehenden soviel, dass die Temperaturerhöhung während der drei Föhntage, verglichen mit den Temperaturen der drei vorangehenden und der drei nachfolgenden Tage, auf allen Stationen im Norden der Alpen eine allgemeine war. Sie betrug auf den verschiedenen Stationen der Bergthäler und des schweizerischen Hochplateaus bis zum Rhein und dem Jura 6 bis 8, stellenweis sogar 9° und man wird sonach nicht zu hoch greifen, wenn man annimmt, dass der Föhn vom 23. September während der drei Tage seiner Herrschaft im grössten Theil der nordwärts von den Alpen gelegenen Schweiz eine mittlere Temperaturerhöhung von 6 bis 7° bewirkt hat ¹⁾.

Indessen nicht nur da, wo der Föhn heftig auftrat, sondern auch da, wo er als Luftbewegung wenig oder gar nicht mehr fühlbar war, machte er sich durch Erhöhung der Temperatur noch geltend: so in Basel, Aarau, Zurzach, Bern, Morges, Pruntrut und anderen Orten, die bereits ausserhalb des Gebietes lagen, in welchem eine Bewegung der Luftmassen durch den Föhn verursacht wurde. Aber nicht blos auf schweizerischem Gebiet, auch weit über die Grenzen desselben hinaus machte der Föhn diesen seinen erwärmenden Einfluss nach Norden und Nordosten in der unverkennbarsten Weise geltend, während nach der entgegengesetzten südlichen Richtung ein derartiger Einfluss durchaus nicht wahrnehmbar ist.

¹⁾ Dufour, l. c., p. 40.

Noch bedeutender als bei dem eben besprochenen Herbstphänomen, das in einen Monat fiel, der an sich noch eine ziemlich hohe Durchschnittstemperatur aufweist, wird die Temperaturerhöhung, die der Föhn hervorruft, wenn er bisweilen mitten im Winter nach vorangegangenen Kälteperioden sich erhebt. Die Luft der nordalpinen Bergthäler wird dann oft binnen wenigen Stunden mitten im Januar oder Februar sommerlich warm wie im Juni und die Abweichungen ihrer Temperatur von den Normalmitteln erreichen in solchen Fällen ganz ausserordentliche Höhen. Beim Föhn vom 16. Februar 1867 stieg die mittlere Tagestemperatur um 10° über das Monatsmittel und in der Föhnperiode vom 14. bis 17. November desselben Jahres betrug diese Steigerung in Altorf sogar 15° , nahm aber mit wachsender Entfernung von dem Alpenkamm und den eigentlichen Föhnstationen in der Weise ab, dass sie in Bern $8,5^{\circ}$, in Zürich $8,1^{\circ}$, in Basel $7,1^{\circ}$ und in Genf nur $6,0^{\circ}$ erreichte. Wenn der Föhn schwächer entwickelt und die allgemeine Wärmeerhöhung eine weniger bedeutende ist, so pflegt auch die Vertheilung der Wärme eine gleichmässiger zu sein. So betrug während der Föhnperiode vom 23. bis 24. April 1867 die Erhöhung der Temperatur über das Monatsmittel in Altorf $4,8^{\circ}$, in Bern $4,9^{\circ}$, in Zürich $3,3^{\circ}$, in Basel $4,0^{\circ}$ und in Genf $3,9^{\circ}$. Beim Föhn vom 31. Januar bis 1. Februar 1869 dagegen war die Abweichung der Temperatur von der normalen wieder eine sehr bedeutende und betrug im Durchschnitt nicht weniger als 15° ; ja am 1. Januar 1877 steigerte sich zu Altstätten im Rheinthale diese Abweichung des Tagesmittels bis $17,1^{\circ}$, am 8. sogar auf $17,2^{\circ}$ und fast dieselbe ungewöhnliche Höhe erreichte sie zu Altorf¹⁾. Um wieviel mehr die Luft eines Ortes, der in nicht unbeträchtlicher Seehöhe gelegen und rings von den vergletscherten Bergmassivs eines Alpenthals umschlossen ist, mitten im Winter unter dem Einfluss des Föhns sich erwärmen kann als an anderen Orten, die diesseits und jenseits des Alpenwalls in viel geringerer Seehöhe gelegen, aber vermöge ihrer Entfernung vom Gebirge der erwärmenden Einwirkung jenes Windes entrückt sind, springt sofort in die Augen bei einem Vergleich

¹⁾ Hann, Handbuch der Klimatologie, p. 211.
Wettstein, l. c., p. 337.

der in nachstehender Tabelle zusammengestellten Temperaturen, die auf den drei schon mehrfach verglichenen Stationen Stuttgart, Bludenz und Mailand annähernd gleichzeitig beobachtet wurden an zwanzig Wintertagen, während deren zu Bludenz der Föhn die Herrschaft hatte ¹⁾.

Jahr.	Monat.	Tag.	Stuttgart 269 m			Bludenz 590 m			Mailand 147,1 m		
			7 h	2 h	9 h	6 h	2 h	10 h	6 h	3 h	9 h
1856	December	10	1,6	9,0	3,5	13,5	18,0	14,0	3,5	5,4	3,1
1867	Februar	15	1,3	11,9	6,2	5,8	16,5	12,8	2,3	6,7	4,8
"	"	16	4,4	15,5	6,9	12,5	17,0	14,0	4,2	8,2	6,5
1868	December	29/30	7,1	11,6	11,2	11,8	15,8	14,5	5,1	4,5	3,8
1869	Januar	31	4,4	13,8	9,4	13,8	16,0	13,3	0,3	3,5	1,0
"	Februar	1	5,0	14,4	—	14,0	19,3	—	2,2	3,4	—
"	"	19	3,8	11,2	6,2	8,8	14,8	12,0	3,8	7,1	4,4
1872	Januar	22	—	4,4	2,5	—	10,4	6,6	—	4,9	2,2
"	"	23	2,5	6,2	4,4	9,2	13,0	12,0	2,4	3,9	3,4
"	"	24	6,9	8,8	—	13,0	14,6	—	2,5	3,1	—
"	December	24/25	0,9	4,5	1,0	12,4	14,8	12,2	3,0	3,8	3,2
1873	Januar	19	—	6,5	7,0	—	11,8	11,6	—	3,8	3,8
"	"	20	8,0	6,0	—	12,2	11,7	—	3,8	4,4	—
1865	December	4	0,0	3,1	2,1	12,3	16,3	11,0	9,4	9,4	9,2
1866	Februar	27/28	5,0	12,5	5,6	13,1	11,5	10,6	5,2	7,8	6,4
1871	Januar	16/17	1,9	4,4	0,6	12,0	12,2	8,2	—	—	—
1872	"	19/20	—	6,9	1,9	8,4	10,6	7,4	2,5	3,1	1,3
"	December	10	4,5	6,5	6,0	2,8	8,0	12,2	0,8	5,6	2,4
1866	Januar	1	3,4	9,4	—	11,8	12,5	—	1,9	2,8	—
1873	Februar	26	2,5	8,5	—	12,0	14,6	—	7,0	10,0	—
Mittel	20		3,4	8,8	5,0	11,1	14,0	11,5	3,2	5,1	3,9

¹⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz, p. 7—9.

Ebenfalls sehr deutlich, wenn auch weniger in die Augen fallend, als in der obigen vergleichenden Uebersicht der zwanzig zu Bludenz beobachteten Winterphänomene tritt die vom Föhn bewirkte Temperaturerhöhung in der nachstehenden Tabelle hervor, in welcher die Temperaturen von neun Herbst- und acht Frühlingsföhnen, wie sie zu Bludenz beobachtet wurden, zusammengestellt worden sind ¹⁾. Die sechs Föhntage im November haben eine Temperaturabweichung von 16,0 °. Am 24. und 25. November 1870 betrug die mittlere Temperatur 17,7 °.

Jahr.	Monat.	Tag.	Temperatur.		
			6 h	2 h	10 h
1857	November	24	—	15,3	15,0
"	"	25	15,5	17,0	—
1865	October	18	—	19,0	19,3
"	"	19	20,5	—	—
1867	November	15	15,8	—	18,10
"	"	16	17,5	20,3	17,3
1870	"	24	—	15,0	16,5
"	"	25	17,3	22,0	—
1872	October	18 19	16,3	20,7	19,8
1867	März	23	—	15,5	11,3
"	"	24	12,5	17,0	—
"	Mai	11	—	27,8	19,8
"	"	12	21,0	25,3	22,5
1871	März	6	10,7	17,2	12,5
"	"	7	10,0	17,0	—
1872	"	7	11,4	14,8	11,6
"	"	8	10,6	16,0	11,2
Mittel für 6 Föhntage im November			16,5	17,9	16,7
"	"	"	11,0	16,3	11,7

Stellen wir die gewonnenen Ergebnisse zusammen, so erhalten wir folgende Werthe:

Station	Seehöhe in m	Morgens	Nachmittags	Abends
Stuttgart	269	13,4	8,8	5,0
Bludenz	590	11,1	14,0	11,5
Mailand	147,1	3,2	5,1	3,9

¹⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz, p. 6.

Mittel für 6 November- und 6 Märzfühne zu Bludenz:

	Morgens	Nachmittags	Abends
November	16,5	17,9	16,7
März	11,0	16,3	11,7

Die Temperaturdifferenz zwischen den Thälern der Alpen, in denen der Föhn herrscht, und den Niederungen, die sich im Norden und Süden an den Fuss dieses Gebirges lehnen, wird am deutlichsten, wenn man die Temperatur auf ein gleiches Niveau reducirt. Hann ¹⁾ wählt hierfür das Niveau von Bludenz, nimmt als Wärmeabnahme mit der Höhe im Winter den Factor 0,45 ° für je 100 m und vergleicht nun die Temperaturen von Bludenz zur Zeit des Föhns mit denen von Stuttgart im Norden und von Mailand im Süden der Alpen. Aus dieser Vergleichung ergeben sich für die genannten drei Orte folgende Zahlen, die die gleichzeitigen Wärmeverhältnisse derselben sehr deutlich zu Anschauung bringen.

Temperatur im Niveau von 590 m.

Station.	Beobachtungszeit.			Mittel.
	Morgens.	Nachmittags.	Abends.	
Stuttgart	2,0	7,4	3,6	4,3
Bludenz	11,1	14,0	11,5	13,2
Mailand	1,2	3,1	1,9	2,1

Hieraus ergibt sich also, dass die Luft im gleichen Niveau mit Bludenz in Stuttgart um 9 °, in Mailand um 11 ° kälter ist als in Bludenz während der Dauer gut entwickelter Föhnwinde. Es erhöhen hier im Mittel aller Fälle von zehn Wintern die von der Rhätikonkette und dem Silvrettamassiv herabkommenden Süd- und Südostwinde, welche durchweg deutlich ausgeprägten Föhncharakter an sich tragen, die Temperatur um 8,2 ° über die normale, so dass hier in Folge dieser Winde die mittleren Maximaltemperaturen der Wintermonate November bis Februar höher sind als die entsprechenden Wärmegrade von Botzen, Riva,

¹⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz, p. 10.

Mailand und anderen Orten am Südfuss der Alpen. Um wieviel der Föhn in Bludenz die mittleren Temperaturmaxima der Wintermonate über die jener am Südfuss der Alpen gelegenen Stationen erhöht, geht sehr deutlich aus der nachstehenden vergleichenden Zusammenstellung hervor ¹⁾.

Mittlere Monatsmaxima.

Station.	November.	December.	Januar.	Februar.
Bludenz	17,5	11,7	11,5	14,1
Botzen	13,2	9,9	8,0	11,9
Riva	14,8	11,1	10,2	11,6
Mailand	15,4	10,4	8,7	12,9

Wie bedeutend der Föhn die Wintertemperatur zu erhöhen vermag und wie er dadurch die normale Ordnung der klimatischen Verhältnisse in gewissen Thal- und Bergdistricten zeitweise geradezu umkehrt, geht namentlich aus der durch Wanners ²⁾ verdienstvolle Untersuchungen, auf die wir noch mehrfach zurückkommen werden, nachgewiesenen überaus beachtenswerthen Thatsache hervor, dass in Folge häufig und heftig wehender Föhnwinde das höchste Tagesmittel des December 1868 in Trogen höher war als die Mittelwärme von 19 Junitagen und das höchste Mittel des Februar höher als die Mittel von 17 Junitagen.

3. *Maxima.*

Wie beim Luftdruck die den Föhn begleitenden Minima uns am meisten interessirten, so sind es hier, wo es um die ihn charakterisirenden Wärmeerscheinungen sich handelt, die durch ihn erzeugten Maxima der Luftwärme, die ganz besonders unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen müssen.

¹⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz, p. 11.

²⁾ Wanner, Untersuchungen über die Wärmeverhältnisse von Altstätten, St. Gallen, Trogen und Gäbris; Bericht über die Thätigkeit der St. gallischen naturw. Ges. während des Vereinsj. 1875/76, St. Gallen 1877, p. 521.

Was nun zunächst die Maximaltemperaturen betrifft, die bei dem Föhn am 23. September 1866 beobachtet wurden, so muss vorweg bemerkt werden, dass sich hierüber ganz verlässliche Angaben leider nicht machen lassen, da die schweizerischen Stationen zu jener Zeit bei Weitem nicht genügend mit den hierzu erforderlichen Instrumenten ausgerüstet waren und es wohl auch jetzt noch nicht alle sind, ein Uebelstand, dem im Interesse der Wissenschaft so bald als möglich abgeholfen werden sollte. Was jedoch aus den vorliegenden Beobachtungen sich ermitteln liess, soll nachstehend zusammengestellt werden ¹⁾.

Soviel ist gewiss, dass die absolute Temperatur der vom Föhn erwärmten Luft eine sehr hohe war und man kann unbedenklich behaupten, dass am 23. und 24. September wie auch in der zwischen beiden Tagen liegenden Nacht an den meisten Orten am Nordfuss der Alpen die Temperatur der Luft eine Höhe erreicht hat, zu welcher sie sich sonst nur während der heissesten Hochsommertage zu erheben pflegt. Am besten wird sich dies aus nachstehender Tabelle ergeben, in welcher für verschiedene nordschweizerische Stationen die am 23. und 24. September beobachteten Tagesmittel mit den um 1 h pm notirten Temperaturen zur Vergleichung zusammengestellt worden sind. Doch muss hierzu ausdrücklich bemerkt werden, dass diese Einuhrtemperaturen keineswegs die absoluten Maxima weder für die betreffenden Tage noch für die ganze Föhnperiode ausdrücken, sondern dass diese absoluten Maxima möglicherweise, ja sogar sehr wahrscheinlich zu ganz anderen Zeiten und zwar zumeist wohl etwas später eingetreten sind und so der Beobachtung sich entzogen haben in Folge der oben schon bedauerten mangelhaften Ausrüstung der schweizerischen Stationen mit den hierzu erforderlichen Instrumenten. So wurde z. B. in Rathhausen ein Maximum von 30° beobachtet und es ist recht wohl denkbar, ja sogar wahrscheinlich, dass auch auf anderen Stationen des schweizerischen Netzes die Luftwärme zu derselben oder doch annähernd gleicher Höhe sich steigerte. Bis zu welchem Grade dies geschah, hätte aber nur durch Maximumthermometer festgestellt werden können, die eben leider

¹⁾ Dufour, l. c., p. 43, 44, 47.

fehlten. Immerhin wird aus der hier folgenden Zusammenstellung sich ergeben, dass die absolute Erhöhung der Lufttemperatur, die der Föhn am 23. und 24. hervorrief, durchweg eine sehr bedeutende war und es lässt sich annehmen, dass die durch sie erzielten Werthe den Sommermaximis der betreffenden Orte nicht allzu fern stehen werden.

Station.	Seehöhe in m	Tag.	Tagesmittel.	Temperatur um 1 h pm.
Montreux	385	23	22,8	24,9
Bex	437	"	24,1	27,0
"	"	24	24,2	27,7
Genf	408	23	20,7	26,7
Glarus	473	"	25,2	27,5
"	"	24	25,8	26,8
St. Gallen	679	"	20,1	25,6
Stans	456	23	20,7	27,2
Altstätten	478	23	23,6	25,0
"	"	24	24,7	26,6
Sargans	501	23	22,9	25,2
"	"	24	25,3	27,2
Marschlins	545	"	23,9	26,6
Zürich	480	23	23,3	25,1
Zug	429	23	24,9	27,4
"	"	24	22,3	28,6
Chur	603	"	23,7	25,9
Schwyz	547	23	23,1	24,7
Altorf	454	"	23,6	25,8

Vergleicht man diese Temperaturen mit denen des ganzen Jahres 1866, so ergibt sich die sehr beachtenswerthe Thatsache, dass für fünf der genannten Stationen der 24. September der wärmste Tag des ganzen Jahres war. In mehreren Orten wie in Schwyz, Engelberg, Altorf etc. hat nur der Juli des genannten Jahres einen einzigen Tag aufzuweisen, dessen Temperaturen die des 24. September erheblich übersteigen.

Interessant ist es, mit obiger Tabelle die umstehende zu vergleichen, in welcher für eine Reihe von Stationen, die dem Gebiet der Mittelmeerländer angehören, die Maximaltemperaturen zusammengestellt worden sind, wie sie an verschiedenen Tagen

der zweiten Septemberhälfte auf diesen Stationen beobachtet wurden ¹⁾).

Station.	Tag.	Maximum.
Palermo	16	24,7
Neapel	22	28,1
Ancona	16	25,6
Rom	15	26,3
Bologna	16	27,3
Mailand	17	25,4
Turin	19	22,6
Marseille	24	25,3
Palma	23	31,5
Lissabon	19	28,1
Athen	18	29,7

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, dass, abgesehen von Neapel, keine der aufgeführten italienischen Stationen in der ganzen zweiten Hälfte des September eine höhere Temperatur aufzuweisen hat als die schweizerischen Stationen wie Zug, Zürich, Glarus, Bex etc. während der in diese Zeit fallenden Föhnperiode, dass vielmehr eine grosse Anzahl während dieser merkwürdigen Periode Temperaturmaxima haben, welche die Maxima der meisten italienischen Stationen übertreffen. Ganz dasselbe gilt für Marseille, dessen Maximaltemperaturen der zweiten Septemberhälfte gleichfalls hinter den Maximis der schweizerischen Stationen aus der gleichen Zeit zurückbleiben. Nur Lissabon hat am 19. eine Temperatur aufzuweisen, welche das in Zug am 24. beobachtete Maximum nahezu erreicht. Athen und Palma sind von allen diesen Mediterranstationen die einzigen, welche höhere Maxima als die schweizerischen Observatorien aufzuweisen haben, und es ist vielleicht nicht bedeutungslos, dass auf Palma dieses Maximum am Vorabend des Tages eintrat, an welchem es auf den meisten schweizerischen Stationen beobachtet wurde. Dass übrigens nicht etwa, wie wohl behauptet worden ist, die blosse Einwirkung der Sonne die Ursache der ungewöhnlichen Erwärmung der Luft im

¹⁾ Dufour, l. c., p. 46.

Norden der Alpen gewesen sein kann, ergibt sich daraus, dass der Himmel über den italienischen Stationen ebenso rein war wie über den schweizerischen in der gleichen Zeit und dass diese starke Erwärmung nicht bloß am Tage, sondern auch nach Sonnenuntergang und während der Nacht noch sich geltend machte. Im Anschluss hieran muss bemerkt werden, dass der wahre Betrag der vom Föhn bewirkten Temperaturerhöhung der Luft, die von der durch die Sonnenstrahlen erzeugten ganz unabhängig ist, und damit die hohe Bedeutung dieses Windes als klimatischer Factor erst dann klar erkannt werden kann, wenn die Zahl der bisher üblichen drei Tagesbeobachtungen um mindestens eine Nachtbeobachtung vermehrt sein wird, da beim Wehen dieses Windes erfahrungsgemäss die Wärme der Luft in sehr vielen Fällen mit dem Sinken des Tages nicht nur nicht abnimmt, sondern im Gegentheil nach Sonnenuntergang sich noch steigert und ohne Zweifel sehr oft erst während der Nacht ihr Maximum erreicht. Als Beleg für unsere obige dieser Bemerkung vorausgehende Behauptung mögen zunächst die Temperaturen, die auf einigen schweizerischen Stationen am 23. und 24. um 7 h am und um 9 h pm gemacht wurden, in nachstehender Tabelle zur Vergleichung zusammengestellt werden.

Station.	Seehöhe in m	23. September.		24. September.	
		7 h am	9 h pm	7 h am	9 h pm
Bex	437	23,0	22,7	22,7	23,0
Glarus	473	23,4	24,7	24,9	25,7
Montreux	385	22,0	22,2	22,8	22,4
Altorf	454	22,3	22,8	22,4	19,2
Sargans	501	20,0	23,6	23,8	25,0
Zug	429	23,7	24,8	14,8	24,8
Altstätten	478	22,1	23,8	24,6	22,8
Schwyz	547	22,6	22,4	19,0	19,1
Chur	603	19,1	21,7	21,9	22,3

Auf den nachbenannten italienischen Stationen wurden an verschiedenen Tagen der zweiten Hälfte des September um 9 h pm die in folgender Tabelle zur Vergleichung zusammengestellten Maximaltemperaturen beobachtet.

Station	Tag	Maximum
Palermo	17	23,0
Rom	17	21,2
Ancona	23	23,8
Bologna	17	23,0
Mailand	24	20,7
Genua	21	24,6
Florenz	16	22,5
Mendrisio	24	18,9
Bellinzona	24	21,0

Was die Minima der Temperatur für diese Zeit betrifft, so liegen über dieselben in Betreff unseres Septemberphänomens nur ganz unzureichende Beobachtungen vor. Marseille notirt für die zweite Septemberhälfte in der Nacht vom 24. zum 25. ein Minimum von 19,8°. In Palma tritt dieses Minimum in der Nacht vom 23. zum 24. ein mit einer Temperatur von 23,0°. Zu Lissabon sinkt das Thermometer in der Nacht vom 26. zum 27. bis auf 17,0°.

Vergleicht man die Ziffern der mediterranen mit denen der schweizerischen Stationen, so sieht man, dass am 23. und 24. September um 9 h pm die Luft im Norden der Alpen fast durchweg eine ebenso hohe Temperatur hatte wie die der meisten italienischen Stationen zur selben Stunde in der Zeit vom 15. bis 30. September. An einigen Orten der Schweiz, wie in Zug, Glarus und Sargans, war es um diese Zeit sogar wärmer als auf irgend einer der italienischen Stationen und man darf mit vollem Recht annehmen, dass in der Nacht vom 23. zum 24. September, als der Föhn in den meisten nordschweizerischen Thälern der Alpen seine volle Wuth entfesselt hatte, die von ihm aus der Höhe nach der Tiefe herabgeführte Luft ebenso warm war, wie sie im ganzen südlichen Europa in den wärmsten Nächten der zweiten Septemberhälfte gewesen ist.

Schliesslich sei hier noch auf die höchst beachtenswerthe für die wärmeerhöhende Wirkung des Föhns ganz besonders charakteri-

stische Thatsache hingewiesen, dass am 20. April 1867 nächst Alicante an der Südküste der iberischen Halbinsel, wo an diesem Tage bei wehendem Südostwind ein Temperaturmaximum von $25,4^{\circ}$ beobachtet wurde, das mehr als acht Breitengrade weiter polwärts am Nordhang der Alpen gelegene Altorf in Folge der Einwirkung des hier herrschenden Föhns mit einem Maximum von $18,7^{\circ}$, das um 7 h am beobachtet wurde, der wärmste Ort des ganzen europäischen Festlandes war ¹⁾, eine Thatsache, die meteorologisch ebenso interessant als klimatisch bedeutsam ist und den Schlüssel bietet zur Lösung von mancherlei Räthseln und Problemen, welche die eigenthümliche geographische Verbreitung gewisser Pflanzen der Forschung aufgibt. Höchst beachtenswerth ist auch die Thatsache, dass, während im Allgemeinen die Tagesmaxima auf 1 h pm fallen, zu Altstätten und St. Gallen im December wie auch während der übrigen Wintermonate die absoluten Maxima nicht selten um 7 h am statt um 1 h pm beobachtet wurden, eine ganz ungewöhnliche Erscheinung, die lediglich auf den Föhn zurückzuführen ist, der nicht nur den normalen Tagesgang der Temperatur in dieser Weise beeinflusst, sondern fast ausschliesslich die Wintermaxima erzeugt ²⁾.

4. *Schwankungen der Luftwärme.*

Ueberall, wo der Föhn vom 23. September 1866 einigermaßen heftig und andauernd auftritt, ist die tägliche Schwankung der Luftwärme sehr unbedeutend. Das Thermometer hält sich nicht nur um die Mitte des Tages, sondern auch am Morgen, gegen Abend und während der Nacht in nahezu gleicher Höhe. Nachstehende Tabelle, in welcher für einige Stationen die Morgen-, Mittag- und Abendtemperaturen nebst den aus ihnen sich ergebenden Oscillationsamplituden vergleichend zusammengestellt sind, mag dies bestätigen ³⁾.

¹⁾ Wettstein, l. c., p. 358.

²⁾ Wanner, l. c., p. 544.

³⁾ Dufour, l. c., p. 38—39.

Station	Tag	7 h am	1 h pm	9 h pm	Tägliche Oscillations- amplitude
Montreux	23	22,0	24,9	22,2	2,9
„	24	22,8	22,3	22,4	0,5
Glarus	„	24,9	26,8	25,7	1,9
St. Gallen	23	21,2	22,6	22,0	1,4
Engelberg	24	18,9	19,5	16,6	2,9
Churwalden	23	15,4	17,0	17,0	1,6
Trogen	24	20,6	23,6	21,7	3,0

Die hier neben einander gestellten Morgen- und Abendmessungen lassen mit grosser Sicherheit darauf schliessen, dass die Temperatur der Luft die ganze Nacht hindurch in ziemlich gleicher Höhe sich hielt, eine Annahme, welche durch Beobachtungen der Carthäusermönche von Valsainte im Canton Freiburg auf das Schlagendste bestätigt wird. Diese Männer stellen mit anerkennenswerthem Eifer auch nächtliche Beobachtungen an und notirten am 24. und 25. September nachstehende Temperaturen:

Tag	1 ¹ / ₂ h am	7 h am	1 h pm	9 h pm
24	17,9	20,2	22,0	19,5
25	18,4	13,0	14,7	12,0

Aus diesen interessanten Beobachtungen, die allseitigere Würdigung und Nachahmung verdienten als sie bis jetzt gefunden haben, ergibt sich also die merkwürdige Thatsache, dass am 25. die Temperatur der Luft um 1¹/₂ h am um 3,7° höher war als um 1 h pm, was sich sehr natürlich daraus erklärt, dass der Föhn in der Nacht vom 24. zum 25. seinen erwärmenden Einfluss auf die Luft noch geltend machte, mit Tagesanbruch aber aufhörte.

Auch auf den höher gelegenen Gebirgsstationen wie St. Bernhard, St. Gotthard, Simplon, Splügen etc. ist während dieser Föhnperiode die tägliche Wärmeschwankung eine sehr unbedeutende.

Um die Wärmeabweichungen verfolgen zu können, sind hier einige der Curven zusammengestellt worden, welche Dufour in

seinen Untersuchungen für eine Anzahl von Stationen entworfen hat ¹⁾. Aus ihrer Vergleichung ergibt sich Folgendes. Die Wärmeänderung war in der Zeit vom 19. bis 26. September auf den schweizerischen Stationen und zwar besonders da, wo der Föhn ausgesprochen herrschte, beträchtlicher als auf allen anderen Stationen des südlichen, westlichen und centralen Europa. Das Maximum trat, wie wir schon oben gesehen haben, theils am 23. theils am 24. September ein. Der Gang der Temperatur, wie er auf den schweizerischen Stationen sich verfolgen lässt, zeigt eine unverkennbare Aehnlichkeit mit dem, welcher zu Marseille, Palma und auf den Stationen des südlichen Italien beobachtet wurde, obgleich auf den letzteren die Oscillationsamplitude weniger umfangreich war. Die mittelitalischen Stationen zeigen einen zu wenig deutlich charakterisirten Gang der Temperatur, als dass sich eine Aehnlichkeit mit den an anderen Orten beobachteten Wärmeschwankungen erkennen liesse. In München, Stuttgart, Leipzig und anderen Orten Mitteleuropas stimmt der Gang der Temperatur im Allgemeinen mit dem in der Schweiz beobachteten überein. Einen auffallend anderen Gang zeigen die Stationen des nordwestlichen und westlichen Europa wie Utrecht, Brüssel, Paris, Lissabon. Dort ist vom 18. oder 19. ab eher eine Abkühlung als eine Erwärmung der Luft zu bemerken. An den Westküsten Europas herrschte während unserer Föhnperiode der Südwest oder Südsüdwest mit der ihm eigenthümlichen Feuchtigkeit. Man darf also annehmen, dass die Winde, die in der Schweiz herrschten, nicht der gewöhnliche mit jenem identische Strom waren, sondern durch andere Einwirkungen beeinflusst wurden.

Das in Rede stehende Föhnphänomen fällt zwar in einen Monat, der schon dem meteorologischen Herbst zugezählt wird, der aber mit seinen Wärmegraden den Sommertemperaturen bei Weitem näher steht als den Wintertemperaturen. In Folge dessen bewegen sich die den Föhn vom 23. September begleitenden Wärmeschwankungen zwischen weniger weit aus einander liegenden Extremen und umfassen eine enger begrenzte Amplitude als dies bei Winterföhnen der Fall ist, die in der Regel eine weit niedrigere Temperatur vorfinden, auf die sie erhöhend einwirken.

¹⁾ Vergl. Tafel VII.

Hieraus lässt sich der ganz allgemein gültige Satz ableiten, der durch die Erfahrung vollkommen bestätigt wird, dass Winterföhne meist weit bedeutendere Wärmeschwankungen erzeugen als Sommerföhne, die ja auch viel weniger häufig auftreten als jene, und dass bei den ersteren die Amplitude, innerhalb deren sich die Schwankungen bewegen, eine weitere sein muss als bei den letzteren. Während diese Variationsamplitude beim Föhn vom 23. September höchstens 8 bis 9° betragen und kaum irgendwo 10° erreicht haben dürfte und über den Sommerföhn vom 1. Juni 1865 aus Glarus ausdrücklich gemeldet wird: die Temperatur wurde kaum erhöht, um Mittag nur $1,5^{\circ}$ über das Monatsmittel ¹⁾, umfasst sie bei Winterföhnen sehr häufig eine Scala von 15 bis 20° , die nicht selten in einem Zeitraum von wenigen Stunden durchlaufen wird. So betrug beim Föhn vom 2. und 3. December 1863 die Temperatur zu Schwyz am 2. um 7 h am — $0,5^{\circ}$, um 1 h pm war sie bereits auf $+9,3^{\circ}$ gestiegen; zu Glarus betrug sie am folgenden Tage um 7 h am noch — $2,0^{\circ}$, um 1 h pm aber schon $+10,8^{\circ}$, war also binnen sechs Stunden um mehr als 12 Grad gestiegen und hatte sich in dieser kurzen Zeit bis zu einer Höhe erhoben, wie sie während des ganzen Monats nicht wieder erreicht wurde. Beim Föhn vom 4. December 1865 stand das Thermometer zu Glarus um 7 h am noch auf $5,2^{\circ}$, stieg aber rasch bis $15,9^{\circ}$, also auch in diesem Falle um mehr als $10,6^{\circ}$. In den Umgebungen des Bodenseebeckens und im benachbarten Rheinthale umfasst nach Wanner die Amplitude, innerhalb deren die vom Föhn hervorgerufenen Wärmeschwankungen sich bewegen, im Winter bisweilen mehr als 20 bis 23° , eine Scala, die nicht selten im Zeitraum weniger Stunden durchlaufen wird. In seinen höchst interessanten *Untersuchungen über die Wärmeverhältnisse von Altstätten, St. Gallen, Trogen und Gäbris*, auf die wir schon früher Bezug nahmen und auch später noch zurückkommen werden, theilt der genannte Gewährsmann drei besonders beachtenswerthe Fälle solcher ausserordentlicher Schwankungen der Wintertemperatur mit, welche sämmtlich auf Station Trogen beobachtet wurden

¹⁾ Mühry, Unters. üb. d. Theor. u. d. allgem. geogr. Syst. d. Winde p. 179.

und lediglich durch den wärmeerhöhenden Einfluss des Föhns hervorgerufen waren.

Der erste dieser drei Fälle wurde am 5. und 6. December 1869 beobachtet ¹⁾. Am erstgenannten Tage gegen 8 h am stand das Thermometer noch auf $-6,0^{\circ}$, stieg aber im Laufe des Morgens unter der Einwirkung des Föhns sehr rasch und hatte um 12 h bereits eine Höhe von $5,0^{\circ}$ erreicht. Von dieser Höhe sank es gegen 1 h pm wieder auf $4,0^{\circ}$ herab, um sich bis 9 h pm ziemlich gleichmässig auf dieser Höhe zu halten. Um Mittag des folgenden Tages stieg es unter fortgesetzter Einwirkung des Föhns bis auf $10,0^{\circ}$, sank aber zwischen 1 und 2 h pm rasch bis auf $-5,0^{\circ}$ herab, erhob sich gleich darauf von Neuem und zeigte um 3 h pm wieder eine Luftwärme von $4,0^{\circ}$ an; schon gegen 4 h pm aber erlitt es eine neue Depression, die um 5 h pm ein Minimum von $-5,0^{\circ}$ erreichte. Diesem raschen Sinken folgte sofort ein noch rascheres Steigen der Wärme, welche um 6 h pm unter Einwirkung einer neuen Föhnwelle ein Maximum von mehr als $8,0^{\circ}$ erreichte, gleich darauf jedoch von einer abermaligen Verminderung der Wärme abgelöst wurde, welche um 9 h pm das Thermometer wieder bis auf $-0,0^{\circ}$ herabgedrückt hatte.

Deutlicher noch als in dem eben besprochenen Falle tritt der Einfluss des Föhns auf den Gang der Temperatur und ihre Schwankungen in dem zweiten Falle zu Tage, der am 13. und 14. Februar des Jahres 1870 beobachtet wurde, insofern die die Oscillationsamplitude umfassenden Extreme, zwischen denen die Temperatur sich auf und abbewegte, bei diesem noch weiter auseinander liegen als bei jenem ²⁾. In der Zeit von 6 bis 7 h am stieg die Temperatur von $-10,0^{\circ}$ auf $0,8^{\circ}$ und erreichte unter fortgesetzter Einwirkung des Föhns bereits um 11 h am eine Höhe von $11,6^{\circ}$, durchlief also in einem Zeitraum von nur 5 Stunden eine Scala von nicht weniger als $21,6^{\circ}$, um bis 9 h pm wieder auf $-6,8^{\circ}$ herabzusinken. Dass thatsächlich nichts anderes als der Föhn die wärmeerhöhende Ursache war, geht ganz unzwei-

¹⁾ Wanner, l. c., p. 552 und Tafel VIII.

²⁾ Ibid.

felhaft daraus hervor, dass an der Grenzlinie der vom Föhn beherrschten Höhenregion warme und kalte Luftmassen förmlich durch einander gekeilt waren, wie auch aus der Thatsache, dass an den Nordseiten der Häuser, die im Windschatten des Föhns sich befanden und demnach seinem Einfluss weniger ausgesetzt waren, Temperaturen von $-6,0^{\circ}$ bis $-8,0^{\circ}$ beobachtet wurden, während zu derselben Zeit in den Lücken zwischen den Häusern, die der Föhn ungehindert durchstreichen konnte, unter seinem Einfluss die Luft bis auf $5,0$, ja sogar $10,0^{\circ}$ sich erwärmte, wodurch also auf kleinstem Raume Wärmeunterschiede von $11,0$ bis $18,0^{\circ}$ erzeugt wurden.

Noch grösser ist der Abstand der äussersten Extreme, welche die von der Temperatur durchlaufene Oscillationsamplitude begrenzen, bei dem dritten Falle, der am 25. December 1870 beobachtet wurde ¹⁾. Seit Beginn der dritten Dekade des genannten Monats hatte in der ganzen Schweiz strenge Kälte geherrscht. Auch in Trogen zeigte das Thermometer am 25. um 7 h am eine Temperatur von $-18,6^{\circ}$ und stand um 1 h pm noch auf $-14,8^{\circ}$, als im Laufe des Nachmittags plötzlich der Föhn sich erhob. Die kalten Nebelmassen, die in der Tiefe lagerten, fingen an, auf und ab zu wogen und mit der warmen Föhnluft der Höhen sich zu mischen, wodurch so rasche Wärmeschwankungen hervorgerufen wurden, dass das Thermometer dem Gange der plötzlich wechselnden Luftwärme kaum zu folgen vermochte. Schwankungen von $13,4$ bis $14,8^{\circ}$ vollzogen sich in viertel- bis halbstündigen Zeiträumen und an einer etwas seitwärts vom Stationsthermometer gelegenen Stelle wurde bisweilen eine Temperatur von $5,0^{\circ}$ beobachtet, so dass also die Amplitude der Oscillationen, welche die Temperatur an diesem Tage durchlief, eine Scala von nicht weniger als $23,6^{\circ}$ umfasste.

Deutlicher noch, als die Discussion es vermag, wird die auf Tafel VIII und IX gegebene graphische Darstellung des Temperaturganges, wie er in den besprochenen Fällen beobachtet wurde, den Umfang der Amplitude, innerhalb deren die Schwankungen sich bewegten, sowie die Raschheit, mit welcher sie die zwischen

¹⁾ Wanner, l. c., p. 552 und Tafel IX.

ihren Extremen liegende Scala durchliefen, zur Anschauung bringen.

5. *Horizontale Vertheilung der Luftwärme.*

Schon die in den vorstehenden Capiteln angestellten Untersuchungen der den Föhn begleitenden Wärmeerscheinungen haben zu beachtenswerthen Aufschlüssen geführt über die Art und Weise der horizontalen Wärmevertheilung, welche für den Föhn charakteristisch ist. Es ergab sich, dass, wie in Bezug auf alle diesen Wind kennzeichnenden Erscheinungen des Luftdrucks und der Luftbewegung, so auch hinsichtlich der ihn begleitenden Wärmeerscheinungen die Alpen eine Wetterscheide bilden, die auch beim Wehen unseres Windes zwei meteorologisch scharf gesonderte Gebiete von einander trennt. Während im Süden der Wärmezustand der Luft so gut wie gar keine Aenderung erleidet, wenigstens nicht im Sinne einer deutlich ausgesprochenen Steigerung, weit öfter dagegen sogar eine Verminderung der Temperatur sich kund giebt, so dass z. B. in Lugano beim Föhn vom 28. Februar 1866 ¹⁾ das Thermometer um $3,0^{\circ}$, bei dem vom 19. März desselben Jahres um $4,6^{\circ}$ unter das Monatsmittel sinkt, erfährt die Luftwärme am Nordhang der Alpen durch jeden echten und gut entwickelten Südföhn innerhalb seines Herrschaftsgebiets stets eine deutlich wahrnehmbare Erhöhung über die Mittelwerthe mit der Modification jedoch, dass die Steigerung nicht überall im gesammten Föhngebiet eine gleichmässig hochgradige ist, sondern dass sie auf den Stationen der Hauptföhncanäle, wie sie die Thäler des Rheins, der Linth, der Reuss, der oberen Aare und des unteren Rhone zwischen Martigny und Bex darstellen, am stärksten ist, mit wachsender Entfernung vom Gebirge und von jenen in ihm gelegenen eigentlichen Föhnstationen aber rasch abnimmt und in der Regel auch in den östlichen und mittleren Theilen des schweizerischen Föhngebiets deutlicher wahrnehmbar ist als in den südwestlichen Districten desselben.

Anders verhält sich die Sache beim Nordföhn, der, wie schon früher gezeigt wurde, als eine Umkehrung des echten oder

¹⁾ Dove, über Eiszeit, Föhn und Scirocco, p. 91.

Südföhns angesehen werden kann. Wie die Umkehrung der Windrichtung gewöhnlich von einer Umkehrung der horizontalen Vertheilung des Luftdrucks begleitet war, so erfährt im Allgemeinen auch die horizontale Vertheilung der Temperatur durch diesen dem echten Südföhn entgegengesetzt wehenden Nordföhn eine Umkehrung und zwar in der Weise, dass in diesem Falle die Temperatur am Südhang der Alpen eine stärkere Steigerung zeigt als auf ihrer Nordseite im eigentlichen Föhngebiet, eine Erhöhung, die zwar in den meisten Fällen eine nicht so bedeutende ist wie beim echten oder Südföhn, sehr häufig aber doch recht gut sich erkennen lässt.

Im Folgenden mögen die im Vorstehenden aufgestellten Sätze an einigen Beispielen erläutert und durch Zahlen nachgewiesen werden.

Horizontale Vertheilung der Wärmeerhöhung,
ausgedrückt durch die Abweichung vom Monatsmittel beim
Föhn vom 23. September 1866 ¹⁾).

a. Alpennordseite.

Station.	Temperatur- abweichung.	Station.	Temperatur- abweichung.
Genf	5,1	Rathhausen	9,8
Dizy	2,7	Zug	8,8
Neuchatel	1,8	Einsiedeln	8,5
Basel	4,6	Sargans	7,1
Bern	2,7	Zürich	7,8
Zurzach	2,1	St. Gallen	7,2
Engelberg	7,5	Trogen	5,9
Klostern	4,7	Altstätten	7,0
Schwyz	8,3	Bex	8,2
Glarus	10,3	Valsainte	4,5

¹⁾ Mühry, Unters. üb. d. Theor. u. d. allgem. geogr. Syst. d. Winde, p. 191.

b. Alpensüdseite.

Station.	Temperatur- abweichung.	Station.	Temperatur- abweichung.
Brusio	0,5	Mendrisio	0,1
Faido	— 0,3	Lugano	2,4
Castasegna	— 0,3	Bellinzona	0,1

Horizontale Vertheilung der Wärmeerhöhung,
ausgedrückt durch die Abweichung vom Monatsmittel beim
Föhn vom 16. Februar 1867 ¹⁾.

a. Alpennordseite.

Station.	Temperatur- abweichung.	Station.	Temperatur- abweichung.
Genf	1,4	Glarus	9,6
Montreux	2,1	+ Rathhausen	+ 2,6
Neuchatel	0,2	Uetliberg	8,1
Basel	2,2	Einsiedeln	6,5
Bern	1,1	Altorf	9,0
Bözberg	5,0	Marschlin	6,6
Engelberg	7,9	Zürich	3,3
Chur	4,7	Altstätten	8,1
Schwyz	8,2	Sion	6,0

b. Alpensüdseite.

Station.	Temperatur- abweichung.
Castasegna	— 1,5
Lugano	— 1,6
Bellinzona	— 1,6

¹⁾ Mühry, Untersuchungen, p. 192.

+ Rothhausen im Falle Luzern in den
Kampf gezogen, gegenüber Emmen.

Noch deutlicher wird das schon in den vorstehenden Tabellen klar erkennbare Ueberwiegen der Temperatursteigerung auf den an der Leeseite des Gebirges gelegenen cisalpinen Stationen gegenüber den an der Luvseite befindlichen transalpinen Beobachtungspunkten, sowie auch die im Allgemeinen stetig fortschreitende Zunahme dieser Wärmeerhöhung auf den cisalpinen Stationen in der Richtung von West nach Ost durch eine Vergleichung der absoluten Temperaturen, wie sie bei den beiden zuletzt besprochenen Fällen an je einem der betreffenden Periode vorausgehenden föhnfreien Tage und an je einem Föhnstage beobachtet wurden, bei welcher wir die cisalpinen Stationen in eine westliche, centrale und östliche Gruppe gesondert den transalpinen Stationen gegenüberstellen.

Absolute Temperaturen beim Föhn vom 23. September 1866.

.a Alpennordseite.

α. Westgruppe.

Station.	21. September.	23. September.
Genf	15,8	20,7
Dizy	14,4	17,3
Neuchatel	15,4	16,9
Basel	15,4	17,9
Bern	14,2	16,7
Aarau	14,4	14,7
Zurzach	14,6	16,6
Bex	15,0	24,1
Valsainte	12,6	17,1

β. Centralgruppe.

Station.	21. September.	23. September.
Engelberg	12,7	19,4
Schwyz	14,5	23,1
Glarus	14,4	25,2
Zug	16,5	24,9
Einsiedeln	13,1	20,0
Rathhausen	16,2	25,3

γ. Ostgruppe.

Station.	21. September.	23. September.
Sargans	13,9	22,9
Zürich	15,8	23,3
St. Gallen	14,5	21,9
Trogen	13,7	20,0
Altstätten	15,2	23,6

b. Alpensüdseite.

Station.	21. September.	23. September.
Brusio	15,0	15,0
Faido	14,7	14,2
Castasegna	14,9	14,8
Mendrisio	17,8	18,0
Lugano	16,8	19,7
Bellinzona	17,5	17,7

Absolute Temperaturen beim Föhn vom 16. Februar 1867.

a. Alpennordseite.

 α . Westgruppe.

Station.	13. Februar.	16. Februar.
Genf	5,9	7,2
Montreux	7,2	8,7
Neuchatel	6,2	5,8
Basel	7,0	8,3
Bern	4,2	5,5
Solothurn	6,0	4,9
Bözberg	4,3	9,7

 β . Centralgruppe.

Station.	13. Februar.	16. Februar.
Engelberg	1,5	10,8
Schwyz	4,5	13,9
Rathhausen	4,8	8,0
Uetliberg	1,8	11,7
Einsiedeln	2,0	9,6
Altorf	8,0	15,7
Zürich	5,5	8,9

 γ . Ostgruppe.

Station.	13. Februar.	16. Februar.
Glarus	4,4	15,0
Altstätten	4,4	14,9
Marschlins	4,1	12,1
Chur	2,8	9,6

b. Alpensüdseite.

Station.	13. Februar.	16. Februar.
Castasegna	2,7	4,6
Lugano	4,0	5,8
Bellinzona	6,2	5,9

Nachdem im Vorstehenden die Temperaturerhöhung ermittelt worden ist, welche die Atmosphäre diessseits und jenseits der Alpen bei Südföhn erfährt, soll im Nachfolgenden untersucht werden, wie die Wärmeverhältnisse der Luft zu beiden Seiten dieses Gebirges bei Nordföhn sich gestalten. Wir greifen zu diesem Behuf wieder auf die interessanten Beobachtungen zurück, die von Dürer zu Villa Carlotta am Comersee angestellt wurden und bereits bei Besprechung des Luftdrucks gebührende Würdigung fanden, indem wir zwei dieser Phänomene, von denen das eine in den Winter 1862, das andere in die zweite Dekade des Decembers 1863 fällt, hinsichtlich der sie charakterisirenden Wärmevertheilung beleuchten. Dem erstgenannten Falle uns zuwendend geben wir zunächst eine Uebersicht der Temperatur und Windrichtung, wie sie am 31. Januar und 1. und 2. Februar 1862 zu Villa Carlotta, Mailand und Lugano beobachtet wurden ¹⁾.

1862.	Villa Carlotta 223 m			Mailand 147,1 m		Lugano 275 m
	Stunde.	Temp.	Wind.	Temp.	Wind.	Witterungsnotizen.
31. Januar	6	4,6	NE	— 0,6	SSW	Am Morgen Schneespuren m. Nordwind von den Alpen her.
	8	5,1				
	9	6,7	NNE	— 0,6	E	
	10 ^{3/4}	7,5				
	12	9,4	NE	6,3	E, SW	Nachm. leicht. Frühlingsregen. Ein Regenbogen wird sichtbar. Gegen Abd sieht m. Fledermäuse umherfliegen
	1	12,3				
	2	13,8	SW			
	3	13,6	NE	9,9	E	
	4 ^{1/2}	12,6				
	6	12,5				
	10	17,7	NNE			

¹⁾ Dürer, l. c., Tavola V.

1862.	Villa Carlotta 223 m			Mailand 147,1 m		Lugano 275 m
	Stunde.	Temp.	Wind.	Temp.	Wind.	Witterungsnotizen.
1. Februar	6	8,5	NE	— 0,2	NE	Der Nordwind dauert fort und steigert um 1 $\frac{1}{2}$ h pm die Luftwärme bis auf 20,3 ⁰ .
	9	9,4	NE	— 0,2	NW	
	12	11,5	N	2,3	WNW	
	2	13,7	NNE			
	2 $\frac{3}{4}$	21,7				
	3	21,6	NW	4,0	NNE	
	3 $\frac{1}{2}$	22,1				
	4	18,3				
	5	22,0				
	6	21,9				
	7 $\frac{1}{2}$	15,4				
	10	11,1	NNE			
2. Februar	6	19,1	NNE	— 0,2	E	Die vom Nordwind herbeigeführte ausserordentliche Wärme hält den Tag über an.
	8 $\frac{1}{2}$	20,0				
	9	19,4	NE	0,8	NE	
	10	20,3				
	12	15,6	NNE	1,9	ENE	
	2	11,5	NNE			
	3	11,9	NW	4,0	NE	
	6	7,7				
	10	4,0	NW			

Die Maximal- und Minimaltemperaturen, welche an diesen drei Tagen zu Villa Carlotta und Mailand beobachtet wurden, waren folgende:

Tag.	Villa Carlotta.		Mailand.	
	Maximum.	Minimum.	Maximum.	Minimum.
31. Januar	18,9	4,0	10,4	— 2,2
1. Februar	22,5	7,7	4,4	— 1,6
2. Februar	21,3	3,7	4,3	— 0,8

Nicht minder merkwürdig und beachtenswerth als der eben besprochene Fall ist der Nordföhn, der in der Zeit vom 12. bis 14. December 1863 die Alpen überwehte und an ihrem Südfuss

gleichfalls eine ganz auffallende Temperaturerhöhung hervorrief, wie dies sehr deutlich sich ergibt aus der nachstehenden Tabelle, welche die absoluten Temperaturen nebst der gleichzeitigen Windrichtung zur Darstellung bringt, wie dieselben auf einer cisalpinen, einer centralalpinen und fünf transalpinen Stationen während der drei Nordföhntage beobachtet wurden.

Absolute Temperaturen im central- und südalpinen Gebiet beim Föhn vom
12. bis 14. December 1863 ¹⁾.

1863.	Stunde	Villa Carlotta.		Mailand.		Lugano.		Faido.		Castasegna.		St. Gotthard.		Altorf.	
		Temp.	Wind.	Temp.	Wind.	Temp.	Wind.	Temp.	Wind.	Temp.	Wind.	Temp.	Wind.	Temp.	Wind.
12. De- cember	6	7,7	N	5,4	WSW										
	7	7,9	N			9,2	NW ₃	10,0	NW ₄	11,2	E ₃	— 0,4	N ₅	3,9	NW
	9	13,8	N ₃	5,0	WSW										
	12	15,5	NE ₂	10,8	W										
	1	16,0	NE ₁			21,6	NW ₆	15,7	NW ₅	14,3	E ₄	1,8	N ₄	5,5	NW
	2	15,6	N ₂												
	3	15,5	NE ₁	12,2	SW										
	6	13,9	N	8,2	E										
	9	8,5	N	5,8	NE	14,7	NW ₃	13,2	NW ₃	14,1	NE	2,4		3,2	NW
	10	9,0	N												

13. De- cember	6	19,0	N ₄	8,0	W										
	7					17,8	NE ₄	12,2	NW ₄	13,2	NE ₄	— 3,4	N ₄	4,9	NW
	9	19,0	NE ₄	6,7	W										
	12	18,8	NE ₅	16,4	WNW										
	1	19,4	N ₆			19,8	NE ₆	12,7	NW ₅	12,0	NE ₆	— 3,0	N ₄	8,9	NW
	2	19,0	NE ₅												
	3	18,5	N ₅	18,1	NNE										
	6	17,9	NE ₆	13,9	NW										
	9	17,8	NE ₃	13,8	NW	16,1	N ₄	8,8	NW	10,1	NE ₆	— 4,0		5,2	NE
	10	14,5	NE ₂												
14. De- cember	6	10,9	N ₁	4,2	NNE										
	7					6,6	NW	12,0	N ₄	10,6	NE ₆	— 4,4	N	5,5	NW
	9	11,4	N	4,7	WNW										
	12	16,2	S	8,2	SSW										
	1	19,0	N ₂			19,4	NE ₃	12,9	N ₅	12,5	NE ₆	— 3,6	N ₃	7,6	NW
	3	18,5	N ₃	9,2	SW										
	6	17,0	NE ₄	6,2	E										
	9	14,6	N ₂	2,8	E	14,4	NE ₂	8,8	N ₅	9,6	NE ₅	— 5,0		3,4	
	10	14,5	NE ₁												

¹⁾ Dürer, l. c., Tav. IV, a & b.

Sind auch in vorstehender Tabelle die Beobachtungen nicht überall gleich zahlreich wie in Villa Carlotta, so zeigen sie doch deutlich, wie die Temperatur des von Norden her die Alpen überwehenden Luftstroms beim Herabsinken stetig sich steigert, am Südfuss des Gebirges ihr Maximum erreicht, um in der Ebene ganz ebenso rasch wieder abzunehmen, wie dies beim echten Föhn im nordschweizerischen Flachlande der Fall ist.

Fassen wir nun zusammen, was im Vorstehenden über die horizontale Vertheilung der vom Föhn bewirkten Wärmeerhöhung innerhalb des Alpengebietes selbst wie auch in den demselben benachbarten cis- und transalpinen Ländern ermittelt wurde, so lässt es sich kurz in folgenden Sätzen ausdrücken:

Beim Wehen des echten oder Südföhns erfährt die dem Wind abgekehrte nördliche oder Leeseite der Alpen eine augenfällige Erwärmung, während die dem Winde zugekehrte südliche oder Luvseite des Gebirges an dieser Temperatursteigerung wenig oder gar nicht Theil nimmt, vielmehr in manchen Fällen sogar eine deutlich ausgesprochene Neigung zu augenfälliger Verminderung der Luftwärme sich kund giebt. Beim Nordföhn dagegen kehrt sich dieses Verhältniss um. Es wird dann der Südhang der Alpen zu der dem Winde abgekehrten Leeseite und erfährt in Folge dessen die höhere Erwärmung, während die dem Winde zugekehrte Nord-, jetzt die Luvseite des Gebirges, die kältere ist, mit der Modification jedoch, dass in der Regel die vom echten Föhn erzeugte Erwärmung der Luft über dem Nordhang der Alpen eine ausgesprochenere ist als die, welche der Nordföhn am Südhang des Gebirges hervorruft, in Folge dessen auch der Wärmeunterschied zwischen beiden Seiten des Gebirges bei Südföhn einen höheren Grad erreicht als dies beim Wehen des Nordföhns der Fall zu sein pflegt.

6. *Verticale Vertheilung der Luftwärme.*

Während die Insolation mit der Höhe zunimmt, nimmt die Temperatur mit wachsender Entfernung von der Erdoberfläche im Allgemeinen ab. Dieses Gesetz, das abgesehen von örtlichen mehr zufälligen Aenderungen unter allen Breiten in ziemlich gleichmässiger Weise Giltigkeit hat, wurde bereits gegen Ende des

vorigen Jahrhunderts nachgewiesen durch Saussure ¹⁾, einen ungemein geistvollen Forscher, dessen sorgfältige meteorologische Beobachtungen, die im Jahre 1788 während eines zweiwöchentlichen Aufenthalts auf dem Col du Géant in einer Seehöhe von 3405 m vorgenommen wurden, nicht nur für die physikalische Geographie und Meteorologie der Alpen, sondern für die gesammte Erdphysik epochemachend und bahnbrechend geworden sind. Diese von Saussure auf dem Col du Géant und von Anderen zu Chamonix und Genf gleichzeitig vorgenommenen Beobachtungen ergaben folgende Mitteltemperaturen und Wärmeänderungen mit zunehmender Höhe:

Beobachtungs- ort.	Seehöhe in m	M. T.	Temperatur- abnahme pro 100 m	Höhendifferenz für 1° Tempe- raturänderung.
Genf	400	21,6		
Chamonix	1080	17,9	0,54	180
Col du Géant	3405	2,5	0,66	150

Die durchschnittliche Abnahme der Wärme mit Zunahme der Höhe betrug 0,63° für je 100 m. Auch ergab sich aus diesen Beobachtungen schon das allgemein gültige Gesetz, dass bei allmäligen Erhebungen in Thälern oder auf Hochebenen die Wärmeabnahme eine langsamere ist als auf isolirten Berggipfeln. Dies ist jedoch nicht so zu verstehen, als ob die Wärmeabnahme in den unteren Regionen des Gebirges eine langsamere und allmäligere sei als in den oberen. Es haben vielmehr alle diesbezüglichen Untersuchungen zu dem Ergebniss geführt, dass diese Wärmeabnahme in verschiedenen Höhen eine gleichmässige ist und in arithmetischer Progression erfolgt, so lange man nicht ungleichartige, sondern gleichartige orographische Elemente, also Thal mit Thal, Berghang mit Berghang, Gipfel mit Gipfel, Plateau mit Plateau hinsichtlich ihrer Temperatur mit einander vergleicht. Der Temperaturunterschied zwischen einem Thal und einem aus demselben aufragenden Berggipfel ist nämlich grösser als zwischen

¹⁾ Saussure, voyages dans les Alpes, Neuchâtel 1779—1796.

zwei benachbarten Thälern von gleichem Höhenunterschied. Isolierte Bergspitzen haben in der Höhe eine um so niedrigere Mitteltemperatur, je freier ihre Lage und je geringer die Masse ist, mit der sie sich erheben. Am langsamsten ist die Wärmeabnahme auf plateauartigen Erhebungen, namentlich aber auf den allmählich anschwellenden Landrücken von geringer Höhe, welche die Hauptmasse der Festländer bilden. Hier verschwindet die Wärmeabnahme mit der Höhe bis zu etlichen hundert Metern bisweilen ganz.

Während in den Gebirgen der tropischen Zone die Wärmeabnahme mit der Höhe im Mittel $0,58^{\circ}$ für je 100 m beträgt, ergibt sich für die Gebirge der ekotropischen Zone bis 60° nördlicher Breite ein solches von $0,57^{\circ}$, also ziemlich übereinstimmend mit dem allgemeinen Mittel der Tropen. In den europäischen Alpen beträgt dieses Mittel $0,58^{\circ}$. Sieht man von örtlichen Einflüssen ab und berücksichtigt man nur Durchschnittszahlen und Jahresmittel, so gelangt man zu dem Ergebniss, dass die Temperaturabnahme mit der Höhe vom Aequator bis 60° nördlicher Breite die gleiche ist und im Mittel auf $0,58^{\circ}$ für je 100 m Höhenunterschied sich beläuft, dass also eine erkennbare Abhängigkeit der Wärmeverminderung von der geographischen Breite bisher sich nicht hat nachweisen lassen. Nicht unerheblich dagegen ist der ändernde Einfluss, welchen örtliche Verhältnisse auf diese Abnahme der Wärme mit Zunahme der Höhe ausüben. In den Gebirgen der nördlichen gemässigten Zone, namentlich denjenigen, welche wie Alpen, Pyrenäen, Kaukasus im Sinne des Parallels verlaufen, ist die Wärmeabnahme auf der Südseite eine raschere als auf der Nordseite. In den schweizerischen Alpen beträgt dieselbe am Südhang $0,69$, am Nordhang $0,55$ für je 100 m Höhenunterschied. In denjenigen Klimaten, die einen Winter und eine winterliche Schneedecke haben, lässt sich eine sehr deutlich ausgeprägte jährliche Periode der Wärmeabnahme mit wachsender Erhebung über die Meeresfläche erkennen.

Für Centraleuropa geben Alpen, Harz und Erzgebirge mit auffallender Uebereinstimmung folgende Zahlen:

Zeit.	Wärmeabnahme pro 100 m	Höhenänderung pro 1° Wärme- abnahme.
Winter	0,45 °	222 m
Frühling	0,67	149
Sommer	0,70	143
Herbst	0,53	188
Jahr	0,59	170

Die Temperaturabnahme mit der Höhe ist demnach in Centralearopä im Sommer mehr als 1,5 mal rascher als im Winter ¹⁾.

Wie dieses allgemein gültige Gesetz der Wärmeabnahme im Himalaya durch die regenreichen Winde, welche sich am Südhang dieses mächtigen Gebirgswalls der Ueberfülle ihrer Feuchtigkeit entladen, sehr wesentlich beeinflusst wird, so bringt im Gebiet der europäischen Alpen der Föhn ganz ähnliche, oft noch erheblichere Unregelmässigkeiten in der senkrechten Vertheilung der Temperatur hervor. Diesen Unregelmässigkeiten wenden wir nunmehr nach den vorausgehenden allgemeinen Erörterungen im Folgenden uns zu, indem wir zunächst nachweisen, wie der Föhn auf der Leeseite des Gebirges in der Regel eine raschere Abnahme der Wärme mit Zunahme der Höhe bewirkt als sie bei gewöhnlichen Witterungsverhältnissen beobachtet wird, zeitweise aber wohl auch, namentlich im Spätherbst und Winter, die Wärme der oberen Regionen der Art erhöht, dass hieraus eine vollständige Umkehrung in den gewöhnlichen Verhältnissen der senkrechten Temperaturvertheilung hervorgeht.

Steigt man von den in den Nordthälern der Alpen gelegenen Föhnstationen gegen die im Süden sich erhebenden Centralkämme

¹⁾ Hann, Handbuch der Klimatologie, p. 154. Nach den neuesten Berechnungen Hanns betragen die jährlichen Mittelwerthe der Temperaturabnahme mit der Höhe pro 100 m an der Nordseite der Ostalpen 0,507, an der Südseite der kärntener Alpen 0,458, an der Südseite der tiroler und tessiner Alpen 0,600°, während sich das allgemeine Mittel aus Nord- und Südseite auf 0,518° stellt. Vergl. Hann, die Temperaturverhältnisse der österreichischen Alpenländer; Sitzb. d. kais. Akad. d. Wissensch., Bd. XCII, Abth. II, Juniheft 1885, p. 75.

dieses Gebirges, von denen der Föhn herabkommt, empor, so nimmt man wahr, dass die durch den Föhn erzeugte Temperaturzunahme nach der Höhe zu rasch sich vermindert. Während beim Föhn vom 23. September 1866 auf dem Jura und den hoch gelegenen Stationen der centralen Schweiz die durch den Föhn hervorgerufene Temperaturerhöhung $3,8^{\circ}$ bis $6,6^{\circ}$ betrug, belief sich dieselbe auf den Stationen der Centralalpenkette wie auf dem grossen St. Bernhard, Simplon, St. Gotthard, Bernardin und Splügen nur auf $0,8^{\circ}$ bis $3,0^{\circ}$. Dufour hat die Abnahme der Temperatur nach der Höhe zu für die in Rede stehende Föhnperiode zu ermitteln gesucht, indem er aus den Mitteln des 23. und 24. September berechnete, wieviel Meter verticaler Erhebung einer Temperaturverminderung um 1° entsprechen. Er gelangte hiebei zu folgenden Resultaten ¹⁾.

Rigi — Schwyz 112 m	} Mittel 129 m	St. Bernhard — Bex 102 m	} Mittel 120 m
„ — Einsiedeln 146 m		„ — Martigny 127 m	
„ — Zug 128 m		„ — Sion 131 m	
„ — Luzern 130 m			
St. Gotthard — Altorf 94 m	} Mittel 92 m	Bernardin — Reichenau 118 m	} Mittel 104 m
„ — Luzern 93 m		„ — Chur 95 m	
„ — Brienz 88 m		„ — Marschlins 100 m	
Engelberg — Luzern 130 m	} Mittel 133 m	Zernetz — Reichenau 191 m	} Mittel 144 m
„ — Altorf 136 m		„ — Chur 114 m	
		„ — Marschlins 128 m	

Aus dieser Uebersicht ergibt sich also, dass die den hohen Centralketten der Alpen näher gelegenen Stationen eine raschere Abnahme der Temperatur zeigen als diejenigen, welche in grösserer Entfernung vom Hauptkamm weiter nördlich sich befinden. Bei den einen wie bei den anderen aber ist diese Abnahme entschieden bedeutender als die sonst in den Alpen festgestellte mittlere Temperaturerniedrigung mit zunehmender Höhe und man darf sonach annehmen, dass während dieser Föhnperiode der Unterschied zwischen der Temperatur der tieferen und der höheren Luft-

¹⁾ Dufour, l. c., p. 41—42.

schichten ein grösserer war als derselbe bei gewöhnlichem Zustande der Atmosphäre zu sein pflegt.

Aehnliche Wahrnehmungen lassen sich auch bei anderen Föhnphänomenen machen. Welchen Einfluss dieser Wind auf die verticale Vertheilung der Wärme zu beiden Seiten der Gebirgsmauer der Alpen hat, geht sehr deutlich hervor aus der nachstehenden Gruppe von vier Fällen, in welcher immer je ein Nordföhn und ein Südföhn einander gegenüber gestellt und mit einander verglichen sind in Bezug auf die gleichzeitige Abnahme der Wärme auf der Luv- und Leeseite dieses Gebirges. Wir wählen zu diesem Behuf in erster Linie den schon weiter oben eingehend besprochenen Nordföhn vom 12. bis 14. December 1863, der auch in Bezug auf die horizontale Vertheilung der Temperatur sehr interessante Thatsachen ergab, und stellen ihm den Südföhn vom 15. December des folgenden Jahres gegenüber; sodann mögen zwei Windphänomene verglichen werden aus der sturmreichen Episode des November 1867, in welcher Nord- und Südföhn wiederholt mit einander wechselten.

1. Nordföhn vom 12. bis 14. December 1863 ¹⁾.

a. Luvseite.

Stationen	Höhendiff. in m	Temperaturdiff.	Temp. Abn. für 100 m
Gotthard — Andermatt	645	1,7	0,26
Andermatt — Altorf	994	4,8	0,48
Gotthard — Altorf	1639	6,5	0,39
Julier Bernardin — Chur Marschlins	1583	3,9	0,24
St. Bernhard — Martigny	1980	4,6	0,23
Mittel	1368	4,3	0,32

¹⁾ Hann, der Scirocco der Südalpen; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., III, p. 573.

b. Leeseite.

Stationen	Höhendiff. in m	Tempera- turdiff.	Temp.Ab- für 100 m
Gotthard — Faido	1371	13,4	0,98
Faido — Bellinzona	492	6,4	1,30
Gotthard — Bellinzona	1863	19,8	1,06
Julier Bernardin — Brusio Casta- segna	1417	15,0	1,06
Julier Bernardin — Lugano Bel- linzona	1905	18,7	0,98
Mittel	1410	14,7	1,08

2. Südföhn vom 15. December 1864.

a. Luvseite.

Stationen	Höhendiff. in m	Tempera- turdiff.	Temp.Ab- für 100 m
Gotthard — Faido	1371	5,6	0,41
Gotthard — Bellinzona	1863	8,6	0,46
Julier Bernardin — Brusio Casta- segna	1417	6,5	0,46
Mittel	1550	6,9	0,44

b. Leeseite.

Stationen	Höhendiff. in m	Tempera- turdiff.	Temp.Ab- für 100 m
Gotthard — Altorf	1639	14,0	0,85
Andermatt — Altorf	994	8,1	0,81
Julier Bernardin — Chur Marschlins	1583	9,3	0,59
Mittel	1405	10,5	0,75

3. Nordföhn vom 9. November 1867.

a. Luvseite.

Stationen	Höhendiff. in m	Tempera- turdiff.	Temp.Abn. für 100 m
Gotthard — Andermatt	645	9,1	1,41
Andermatt — Altorf	994	3,8	0,38
Gotthard — Altorf	1639	12,9	0,79
Julier Bernardin — Chur Marschlins	1583	6,8	0,43
St. Bernhard — Martigny	1980	3,8	0,19
Mittel	1368	7,3	0,64

b. Leeseite.

Stationen	Höhendiff. in m	Tempera- turdiff.	Temp.Abn. für 100 m
Gotthard — Bellinzona	1863	22,6	1,21
Julier Bernardin — Brusio Casta- segna	1417	15,5	1,09
Julier Bernardin — Lugano Bel- linzona	1905	17,1	0,90
St. Bernhard — Aosta	1880	17,9	0,95
Simplon — Aosta	1408	14,7	1,04
Mittel	1695	17,6	1,04

4. Südföhn vom 15. und 16. November 1867 ¹⁾.

a. Luvseite.

Stationen	Höhendiff. in m	Tempera- turdiff.	Temp.Abn. für 100 m
Gotthard — Bellinzona	1863	11,1	0,59
Julier Bernardin — Brusio Casta- segna	1417	7,4	0,52

¹⁾ Hann, der Scirocco der Südalpen; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., III, p. 574.

Stationen	Höhendiff. in m	Tempera- turdiff.	Temp.Ab- für 100 m
Julier Bernardin — Lugano Bel- linzona	1905	8,6	0,45
St. Bernhard — Aosta	1880	9,7	0,52
Simplon — Aosta	1408	7,0	0,50
Mittel	1695	8,8	0,52

b. Leeseite.

Stationen	Höhendiff. in m	Tempera- turdiff.	Temp.Ab- für 100 m
Gotthard — Andermatt	645	8,5	1,32
Andermatt — Altorf	994	12,2	1,23
Gotthard — Altorf	1639	20,7	1,26
Julier Bernardin — Chur Marschlins	1583	14,0	0,88
St. Bernhard — Martigny	1980	17,8	0,90
Mittel	1368	14,6	1,12

Berechnet man aus diesen vier Fällen die allgemeinen Mittel, so ergibt sich, dass die Wärmeabnahme für je 100 m Erhebung auf der Luvseite des Gebirges $0,48^{\circ}$, auf der Leeseite desselben dagegen nicht weniger als $1,00^{\circ}$ beträgt, auf der letzteren also eine doppelt so rasche ist als auf der ersteren, wo die Temperaturabnahme nach oben merklich verzögert wird in Folge des stetigen Wärmezufusses durch die Verdichtung des Wasserdampfes beim Emporsteigen und Erkalten der Luft.

In der schon mehrfach angezogenen Schrift *über den Föhn in Bludenz* vergleicht Hann hinsichtlich der verticalen Vertheilung der Temperatur zu beiden Seiten der Alpen den Föhn vom 31. Januar und 1. Februar 1869, der namentlich in Bludenz sehr heftig auftrat, mit dem, welcher im ersten Drittel des Januar 1877 in der Schweiz herrschte und, wie wir schon oben gesehen haben, durch lange Dauer und hohe Wärme sich auszeichnete. Er gelangt dabei zu folgenden Ergebnissen ¹⁾.

¹⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz; p. 11—15.

Mittlere Temperatur am 1., 4. und 7. bis 9. Januar 1877 in der Schweiz.

Station	7 h am	1 h pm	9 h pm
Altorf	13,8	15,8	13,0
Altstätten	15,1	16,0	14,0

Die Abweichung der Temperatur von der normalen ergab im Mittel der neun Tage 1. und 3. bis 10. Januar folgende Werthe:

Station	Abweichung der Temperatur vom Normalwerth in °C.
Alpensüdseite { Lugano	4,8
{ Castasegna	3,9
Alpenpässe { St. Bernhard	3,7
{ Sils-Maria	6,6
Alpenfölnthäler { Altorf	11,4
{ Altstätten	13,3
Alpennordseite { Zürich	6,9
{ Basel	8,0

Die verticale Temperaturvertheilung während dieser beiden oben bezeichneten Föhnperioden wird ersichtlich aus den nachstehenden Zusammenstellungen.

Föhnperiode vom 31. Januar und 1. Februar 1869.

Station	Seehöhe in m	Temperatur in °C.	
		Mittel	7 h am
Alpensüdseite			
Santo Vittore, Bellinzona, Lugano	260	2,7	0,5
Castasegna, Brusio	740	2,5	1,1
Airolo	1170	0,9	0,5
Alpenpässe			
Gotthard, Bernardin, Julier, Bernina	2070	—3,7	—4,6
Alpennordseite			
Andermatt, Dorf Splügen, Platta	1430	2,7	2,0
Altorf, Marschlins, Sargans, Altstätten	490	12,6	12,0

Es ergibt sich hieraus für die Südseite der Alpen eine durchschnittliche Wärmeänderung mit der Höhe von $0,40^{\circ}$ pro 100 m; für die Nordseite im Tagesmittel $1,02$, für 7 h am $1,05^{\circ}$, ein Resultat, das im Ganzen ziemlich übereinstimmt mit demjenigen, welches schon früher bei Untersuchung älterer Föhnphänomene gewonnen wurde. Klarer noch tritt die verticale Vertheilung der Temperatur längs der Gotthardstrasse aus den Zahlen der nachstehenden Tabelle hervor.

Tagesmittel für den 31. Januar und 1. Februar 1860.

Station	Seehöhe in m	Temperatur in $^{\circ}\text{C}$.
Bellinzona	229	3,0
Santo Vittore	268	2,5
Airolo	1172	0,9
Gotthard	2100	—4,5
Andermatt	1448	2,5
Altorf	454	14,5

Hieraus ergibt sich also, dass in Andermatt die Luft dieselbe Temperatur hat wie in dem 1200 m tiefer am Südfuss der Alpen gelegenen Santo Vittore. Auf der Passhöhe des St. Gotthard ist die Luftwärme trotz des stark wehenden Südwindes nur um ein Geringes gesteigert, sehr bedeutend dagegen in dem um 1646 m tiefer am Nordhang des Gebirges gelegenen Altorf. Es gewinnt sonach den Anschein, dass der Südwind erst durch sein Herabsinken aus dieser Höhe von ca. 1700 m jene hohe Wärme erlangt, mit welcher er unten am Ausgange des Reusstales auftritt. Während der ungewöhnlich langen Föhnperiode, die fast die ganze erste Dekade des Januar 1877 ausfüllt, betrug die mittlere Temperaturabweichung in Lugano und Castasegna am Südhang der Alpen $4,3^{\circ}$, auf der Passhöhe des St. Bernhard nur $3,7^{\circ}$; weit beträchtlicher dagegen war sie auf den am Nordfuss des Gebirges gelegenen Föhnstationen. Zu Altorf erreichte sie den Betrag von $11,4^{\circ}$, zu Altstätten sogar eine Höhe von $13,3^{\circ}$, während sie zu Basel nur $8,0^{\circ}$, in Zürich gar nur $6,9^{\circ}$ betrug und auch auf den übrigen Stationen des schweizerischen Flachlandes

geringer war als auf den eigentlichen Föhnstationen am Nordhang des Gebirges, aber immer noch beträchtlicher als auf der Südseite desselben. Die verticale Wärmevertheilung während der fünf eigentlichen Föhntage dieser letztgenannten Sturmperiode wird durch die nachstehenden Temperaturmittel zum Ausdruck gebracht.

Temperaturmittel des 1., 4., 7., 8. und 9. Januar 1877.

Station	Seehöhe in m	Temperatur in °C.	Wärmeabnahme pro 100 m
Santo Vittore	268	6,0	0,49
Lugano	275	6,3	
Castasegna	700	4,1	
Sils	1810	— 0,8	
Bernardin	2070	— 2,1	
Bernardin	2070	— 2,1	0,87
Splügen Dorf	1471	3,1	
Platta	1379	4,6	
Marschlins	545	12,4	
Ragatz	541	12,3	
Davos Platz	1562	1,6	0,98
Chur	590	11,1	
Andermatt	1448	5,0	
Altorf	454	14,1	
Engelberg	1024	7,1	
Auen	821	10,9	1,18
Glarus	466	12,4	
Gäbris	1253	8,1	
Trogen	887	9,9	
Altstätten	478	14,1	
St. Bernhard	2478	— 5,1	0,85
Grächen	1632	2,1	

Die Wärmeabnahme beträgt hiernach auf der Südseite 0,48°, auf der Nordseite 0,95° für je 100 m. Will man willkürliche Gruppierung vermeiden und die Rechnung schärfer ausführen, so gelangt man zu folgenden Ergebnissen.

Föhnperiode vom 31. Januar und 1. Februar 1869.

Station	Seehöhe in m	Tempera- tur in °C.
Südseite		
Bellinzona, Lugano, Santo Vittore	260	2,7
Castasegna, Brusio	740	2,5
Airolo	1170	0,9
Gotthard, Julier, Bernardin	2140	— 3,4
Nordseite		
St. Bernhard	2480	— 5,7
Gotthard, Simplon, Julier, Bernardin, Grimsel	2060	— 2,9
Davos, Grächen, Andermatt, Splügen, Platta	1530	2,8
Churwalden, Grindelwald, Trogen, Auen, Uetliberg	1000	7,8
Chur, Marschlins, Ragatz, Altstätten, Altorf	520	11,8

Diese Daten geben die Gleichungen:

$$\text{Südseite } t_h = 4,4^\circ - 0,34 \text{ h}$$

$$\text{Nordseite } t_h = 16,7 - 0,92 \text{ h}$$

Hiemit vergleiche man die nachstehenden Resultate für die Föhnperiode vom 1. 4. 7. 8. und 9. Januar 1877.

Station	Seehöhe in m	Temperatur in ° C.
Südseite		
Santo Vittore, Lugano	270	6,2
Castasegna	700	4,1
Sils	1810	— 0,8
Bernardin	2070	— 2,1
Nordseite		
Bernardin, St. Bernhard	2270	— 3,6
Davos, Grächen	1600	1,9
Splügen, Platta, Andermatt	1430	4,2
Engelberg, Gäbris	1140	7,6
Auen, Trogen	840	10,4
Ragatz, Chur, Marschlins	560	11,9
Altorf, Altstätten, Glarus	470	13,5

Diesen Daten entsprechen folgende Gleichungen:

$$\text{Südseite } t_h = 7,4 - 0,46 h$$

$$\text{Nordseite } t_h = 17,9 - 0,95 h$$

Die Wärmeabnahme beträgt sonach auf der Südseite im Mittel $0,4^\circ$ pro 100 m, auf der Nordseite $0,94^\circ$. Der letztere Werth ist fast genau das theoretische Mass der Wärmezunahme in einem herabsinkenden Luftstrom. Im Jahre 1868 fand Hann für vier Fälle von Nord- und Südföhn eine Wärmeabnahme von $1,00$, während die gleichzeitige Wärmeabnahme auf der entgegengesetzten Seite der Alpen nur $0,48^\circ$ für je 100 m betrug. Nimmt man im Mittel die Wärmezunahme nach unten bei Föhn zu $0,97^\circ$ an, so würde sich aus der Gleichung

$$\frac{dt}{dh} = - \frac{1}{cJ},$$

wo $c = 0,338$, das mechanische Aequivalent der Wärme J zu 433 ergeben, ein Werth, der nur um 2 % von dem jetzt als richtigsten angenommenen Werthe abweicht. Als Temperatur im Meeresniveau für diese beiden Föhnstürme ergibt sich aus den Formeln: Südseite der Alpen $5,9^\circ$, Nordseite $17,3^\circ$, Differenz $11,4^\circ$. Nimmt man die durchschnittliche Wärmeabnahme mit der Höhe im Winter zu $0,45^\circ$ und berücksichtigt, dass dieselbe in einem herabsinkenden Luftstrom um $0,97 - 0,45 = 0,52^\circ$ grösser ist, so genügt es, dass der Luftstrom aus einer relativen Höhe von 2200 m kommt, um den Wärmeunterschied von $11,4^\circ$ hervorzubringen ¹⁾.

Nachdem im Vorstehenden nachgewiesen wurde, wie der Föhn die verticale Vertheilung der Temperatur in der Weise beeinflusst, dass er die Abnahme der Wärme von unten nach oben oder, was dasselbe ist, die Zunahme derselben von oben nach unten stellenweis sehr bedeutend beschleunigt, wenden wir uns im Folgenden einer andern Abweichung zu, die durch diesen Wind in der senkrechten Vertheilung der Luftwärme hervorgerufen wird und darin besteht, dass mit wachsender Erhebung über die Erdoberfläche nicht eine Abnahme, wie dies bei normalen Witterungsverhältnissen der Fall ist, sondern vielmehr eine Zunahme der Temperatur Statt findet, die Luftschichten der höheren Regionen also wärmer sind als die der unteren.

¹⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz, p. 15.

Während z. B. die Gipfel des Rigi und Pilatus im Spätherbst und Winter in klarer Luft und hellem Sonnenschein stehen, ist oft der ganze Vierwaldstättersee mit den umliegenden Ufergeländen vom Nebel verhüllt, der häufig durch die Spalte des Aabachs über Grafenort bis in den Thalkessel von Engelberg hinaufsteigt, wo er der *Thalvogt* genannt wird, während er gegen Süden durch das Reussthal bis ins Urnerland sich verbreitet. „Der Herbst“ — sagt Lusser ¹⁾ in Bezug auf diese Erscheinung — „ist gemeiniglich schön und trocken, die Witterung gleichmässig und anhaltend; öfters jedoch streichen Nebel, zwar selten in der Tiefe des Hauptthals, sondern meistens in einer Höhe von 2000 bis 3000 m; darunter ist es dann kühl und feucht, darüber herrlich schön und warm. Je höher hinauf, desto wärmer, weil dann gewöhnlich in höheren Luftschichten der Föhn bemerkt wird. Unbeschreiblich schön ist es bei so warmem Sonnenschein und hell azurnem Himmel sich über dem Nebel zu befinden, der wie ein gefrorener See glänzend weiss den Thalgrund verhüllt und aus welchem die verschiedenen Bergspitzen wie Inseln hervorragen. Nicht selten löst sich dieser Nebel auf den Mittag, häufiger noch auf die Nacht auf, oder er senkt sich tiefer und zieht sich auf den See zurück, um am folgenden Morgen den Thalbewohnern die Sonne, wenn sie kaum die Berge vergoldet, wieder zu verhüllen.“ An einer andern Stelle sagt derselbe Gewährsmann: „Auch muss ich bemerken, dass der Föhn manchmal lange fort in der Luft und selbst auf hohen Bergen bemerkt wird und sich auf gewöhnliche Weise wieder endet, ohne dass er in das Thal herabgekommen wäre“.

Wie in den Urkantonen so wird auch in dem jenseits des Brünigpasses gelegenen Berggebiet des Berner Oberlandes durch den in der Höhe herrschenden Föhn eine derartige Umkehrung der Temperatur häufig hervorgerufen. Schon Martins ²⁾ beobachtete auf der Spitze des Faulhorns, auf welcher er sich zur Winterzeit wiederholt aufhielt, diese merkwürdige Erscheinung,

¹⁾ Lusser, der Canton Uri; Gemälde der Schweiz IV, St. Gallen und Bern 1834, p. 33.

²⁾ Martins, une ascension au Faulhorn; Revue médicale Novemb. 1841.

ohne sie jedoch auf ihre wahre Ursache zurückzuführen. Auch in neuerer Zeit ist sie auf demselben Berggipfel mehrfach wahrgenommen worden von Reisenden, die sich durch das milde Winterwetter der Höhen nach jener viel besuchten Hochwarte hinauflocken liessen. Interessant ist in Bezug hierauf ein von Abraham Roth ¹⁾ veröffentlichter Bericht über eine derartige Winterbesteigung des Faulhorns, welche Pfarrer Gerwer von Grindelwald am 27. December des Jahres 1865 unternahm. Wir entnehmen demselben die nachstehenden Einzelheiten. Bis zum eben genannten Tage war wenig Schnee gefallen und die Temperatur so mild — vor Sonnenaufgang $0,0^{\circ}$ bis 1 und 3° C — dass Gerwer und sein Führer sich nicht besonders warm kleideten. Um 9 Uhr Vormittags auf Spielmatten, als die Reisenden noch nicht von der Sonne beschienen waren, zeigte das Thermometer $-0,7^{\circ}$; um 10 Uhr auf der Rothenegg, einer Höhe von etwa 2000 m, im Schatten $+1,8^{\circ}$, in der Sonne frei hängend $+8,0^{\circ}$, in der Sonne in senkrechter Lage zwischen Steinen $+11,0^{\circ}$. Ueber dem obersten Bussalpläger in einer Seehöhe von 2050 m traf man eine frisch blühende Viola. An der gleichen Stelle zeigte das Thermometer im Schatten $+3,6^{\circ}$, frei an der Sonne $+4,6^{\circ}$, geschützt an der Sonne $+11,6^{\circ}$. Erst in der Gerstegg fand sich reichlicherer Schnee vor. Um 1 Uhr 20 Minuten auf dem Gipfel des Berges anlangend, fanden die Reisenden den Platz vor dem Hauptgebäude des Faulhornhauses völlig schneefrei, am Nebenhause eine etwa meterhohe Gewächse, hinter dem Hause einen Haufen zusammengewehten hart gefrorenen Schnees, den Gipfel aber grösstentheils schneefrei und trocken. Die Temperatur auf dem 2683 m hohen Gipfel erlaubte den Reisenden sich ihrer Röcke zu entledigen und wie im Sommer auf dem Boden zu lagern. Das Thermometer zeigte im Schatten $+3,6^{\circ}$, in der Sonne frei $+7,6^{\circ}$, in der Sonne durch Steine geschützt $+12,6^{\circ}$, in der Sonne vor dem Hause $+13,6^{\circ}$. Der Wind wehte leicht aus Südsüdwest. Die Aussicht war ausserordentlich schön, namentlich umspielte die Berge eine wunderbar durchsichtige Luft. Mit obigen Höhentemperaturen contrastiren merkwürdig die nachstehenden am gleichen Tage auf

¹⁾ Roth, eine Winterfahrt auf das Faulhorn; Jahrbuch des Schweizer Alpenclub III, p. 560.

den meteorologischen Stationen zu Grindelwald und Bern notirten Temperaturen:

	7 h am	1 h pm
Grindelwald	— 1,2	+ 0,8 (im Schatten)
Bern	— 10,6	— 0,7

Diese Temperaturen verglichen mit den auf dem Faulhorn-
gipfel beobachteten beweisen sehr klar, dass wir es hier in der
That mit einem deutlich ausgesprochenen Falle von Hypsopleo-
thermie oder Intversion der Temperatur zu thun haben, welche
offenbar hervorgerufen wurde durch den aus Südsüdwest wehenden
Föhn, der, nur in den oberen Regionen der Atmosphäre herrschend,
zwar nicht stark genug war, um den in den unteren Luftschichten
regierenden Nord- und Nordost zu verdrängen, jedoch seinen von
oben her wirkenden wärmeerhöhenden Einfluss dadurch sehr
deutlich bekundete, dass er die Luftwärme in dem 1057 m über
Meer befindlichen Grindelwald bedeutender erhöhte als in dem nur
574 m hoch gelegenen Bern.

Auch in den Umgebungen der Diablerets, namentlich im
Gebiet der Ormondsthäler, deren Bewohner den echten Föhn, den
vent chaud oder *vent du Sud*, vom unechten Föhn oder *vent de
l'Ouest* gar wohl zu unterscheiden wissen, bringt nach Eisen-
lohrs ¹⁾ interessanten Mittheilungen der erstere oft mitten im
Winter auf den Höhen eine ganz ungewöhnliche Wärme hervor,
so dass die Bewohner der hoch gelegenen Bergdörfer die Thüren
und Fenster ihrer Häuser weit aufmachen, damit die warme
Föhnluft sie durchströme und die Kälte aus dem Inneren ver-
treibe.

Besonders eingehende Berücksichtigung und richtige Beurthei-
lung findet unsere Erscheinung in Volgers sorgfältigen *Unter-
suchungen über das Phänomen der Erdbeben in der Schweiz*.
Im Anschluss an die Schilderung des grossen Föhnsturms vom
29. December 1854 heisst es da am Ende des ersten Theiles:
„In den Höhen herrscht oft wochenlang — fast jeder Winter
bringt in der Nordschweiz um die Weihnachtszeit eine solche

¹⁾ Jahrbuch des Schweizer Alpenclub IV, p. 407.

Periode — warmer Föhn bei dem reinsten Himmel, während in den Thälern Rauhref alle Bäume pudert und kalte Bise regiert; die Grenze beider Regionen bezeichnet eine dichte Nebelschicht“. An einer anderen Stelle desselben Werks wird diese Erscheinung genauer charakterisirt und erläutert wie folgt ¹⁾: „Diese warmen mit reichlicher Feuchtigkeit beladenen und der Luft eine ausserordentliche Durchsichtigkeit verleihenden Strömungen herrschen hoch über den Alpen oft wochenlang, während man in den Thälern unter dem Einflusse kalter Luftströmungen der tieferen Regionen oder erkalteter Abflüsse des Hochgebirges steht. Wo die Föhnluft die kälteren Luftschichten berührt, da bildet sich eine Nebelschicht, eine dichte Wolkendecke, welche je nach dem Gange der Temperatur scheinbar steigt und fällt, richtiger von oben aufgelöst und abwärts neu gebildet wird oder umgekehrt nach oben zunimmt. Jeder Tag bringt eine solche Schwankung mit sich. Punkte, welche Morgens unter trübem Himmel von kalter Luft umgeben sind, werden gegen Mittag in die scheinbar herab sinkenden Nebel gehüllt und sehen das Land unter sich verschwinden, während sich über ihnen der Himmel öffnet; klarer Sonnenschein erfreut sie in den ersten Nachmittagstunden; dann aber steigen die Nebel wieder empor. In dem Längenthale der Schweiz zwischen den Hochalpen und dem Jura bildet sich bei obigem Verhältnisse der Luftströmungen regelmässig eine solche Wolkendecke. Im Herbst und im Anfange des Winters liegt dieselbe undurchdringlich oft wochenlang in den Thälern platt auf dem Boden oder in geringer Höhe. Oben auf dem Gebirge herrschen dann wahre Frühlingslüfte, so dass man zur Erquickung hinaufsteigt auf die nächsten höheren Berge, wo man um Weihnachts- und Neujahrszeit wohl Schmetterlingen begegnet und Erdbeerblüthen findet, während unten in der kalten Wolke, die das Land wie eine Meerfluth deckt, der Rauhref alle Bäume belastet. Im Allgemeinen herrschen dann in den nördlichen Querthälern kalte nördliche Winde, doch nicht selten auch rückläufige vom Hochgebirge wiederkehrende Strömungen derselben; beide wechseln vielfach ab und toben, wo sie sich begegnen, stürmisch durch

¹⁾ Volger, Untersuchungen über das Phänomen der Erdbeben in der Schweiz; Gotha 1857—1858, III, p. 17.

einander. Mitten hinein bricht dann wohl endlich der warme Föhn. Auf der Südseite der Alpen erreicht der Föhn früher die tieferen Landschaften. Aber von den Hochgebirgen drängen sich kalte nördliche Winde ihm entgegen, treiben ihn oft weit zurück und zwingen ihn, seinen Weg hoch aufwärts zu nehmen, bis endlich der warme Strom allgemein herrschend wird, aber seine Feuchtigkeit durch die Berührung der Kälte sich verdichtet und in überreichen Regengüssen herabströmt. Dann werden die Wildbäche des Gebirges geschwellt, die ebenen Gefilde überfluthet; alle Flüsse wachsen und treten aus ihren Rinnsalen; der fort tobende noch oft wieder sich erneuernde Kampf der Winde vermehrt die Verheerungen der Gewässer. Während über den Alpen der Föhn hoch sich erhebt und aufbäumt, liegt er auf Italiens Tiefländern, dem Mittelmeere, dem nördlichen Afrika und nicht minder in Norddeutschland und auf der Nord- und Ostsee oft schon breit auf dem Bauche“.

Um diesen merkwürdigen Vorgang zu erklären, nimmt Denzler ¹⁾ und ihm sich anschliessend auch Volger ²⁾ an, dass, während die heftigen Winterföhne in der ganzen Atmosphäre eine wahre Revolution hervorrufen, jene warmen Spätherbstföhne, die in der oberen Luftregion über der gleichmässig alle Thäler zudeckenden Wolkenschicht wochenlang herrschen, in ihrem ruhigen lang dauernden fast gleichmässigen Verlauf nichts anderes sind als der zurückkehrende Nordostpassat und mit Recht weist Volger darauf hin, dass namentlich die Novemberföhne es sind, die diesem Monat in den höheren Regionen der Atmosphäre hinsichtlich der Temperatur und Feuchtigkeit seinen sommerlichen, auch in den tieferen Regionen bezüglich des Luftdrucks und dessen Schwankungen merkwürdigen und häufig trüben Charakter verleihen, besonders aber die oben erwähnten Unregelmässigkeiten in der senkrechten Vertheilung der Luftwärme bedingen.

Durchaus gestützt wird diese auf älteren Wahrnehmungen beruhende Auffassung durch Beobachtung aus neuester Zeit. Interessant ist in dieser Beziehung eine Beobachtung über die Witterung im Monat November 1877 in der Schweiz, welche

¹⁾ Mittheilungen der naturf. Ges. in Zürich, H. III, No. 27, p. 225.

²⁾ Volger, l. c., III, p. 498.

Billwiller ¹⁾ in der *Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie* mittheilt. „Die barometrischen Depressionen,“ heisst es da, „welche vom Ocean her dem Continent sich näherten, machten sich in Folge ihrer grossen Entfernung in unseren Gegenden im ersten Drittel des Monats nur durch die für die Jahreszeit sehr milde Temperatur bemerkbar. Im Uebrigen war das Wetter ruhig und heiter, Vormittags freilich meist etwas neblig. Einige regnerische Tage brachte erst ein seit dem 9. gegen Irland heranrückendes ausserordentlich tiefes barometrisches Minimum, in welchem am Vormittag des 12. das Barometer auf den Hebriden bis 715 mm sank. Dasselbe dringt jedoch nicht weiter gegen Osten vor, vielmehr schreitet jetzt von der entgegengesetzten Richtung ein barometrisches Maximum gegen Westen vor — am 14. zeigt das Barometer in Moskau 784 mm — so dass wir uns vom 15. bis 19. in einer Zone höchsten Luftdruckes befinden. Diese Periode charakterisirt sich nun dadurch, dass, wie es gewöhnlich bei barometrischen Maximis der Fall ist, auf den unteren Thalstationen trübes nebligtes Wetter herrscht, während sich die Bewohner der Höhen des prächtigsten Sonnenscheins und einer sehr milden Temperatur erfreuen. In jenen Tagen reichte die Nebelschicht bis in eine Höhe von ungefähr 1000 m; einige Stationen, welche annähernd in diesem Niveau liegen, wie Engelberg, Guttannen und St. Beatenberg, notiren abwechselnd Sonnenschein und Nebel. Auf dem Gotthard war der klarste Himmel und die Temperatur stieg dort am Mittag des 16., 17., 18., 19. auf resp. 7,0, 4,5, 7,0, 4,0 °, während wir in Zürich ca. 1600 m tiefer 5,8, 4,0, 4,8, 3,0 ° hatten. Bemerkenswerth ist, dass diese in der Tiefe lagernde Nebelschicht im Süden der Alpen in jenen Tagen nicht zu finden ist, wieder ein Beweis dafür, dass die Alpen eine mächtige Wetterscheide bilden, die sehr häufig zwei in ihren Witterungsphänomenen gänzlich verschiedene Ländergebiete von einander trennt.“

Ein beachtenswerthes Beispiel für die merkwürdige Erscheinung der *Hypsopleothermie* ²⁾ und zugleich den klarsten Beleg für die

¹⁾ Billwiller, die Witterung im Monat November 1877; *Zeitschr. der österr. Ges. f. Met.*, XIII, p. 31.

²⁾ Dass diese höchst beachtenswerthe von Mühry mit Hypsopleothermie, von Hirsch mit Inversion bezeichnete Anomalie in der verti-

wärmeerhöhende Kraft jenes ruhigen in den oberen Regionen der Atmosphäre herrschenden Föhnstroms, vermöge deren er selbst die strengste Winterkälte zu brechen und zu mildern vermag, liefert aus neuester Zeit der Winter von 1879/80, der fast in ganz Europa ein ungewöhnlich strenger war und auch in der Schweiz mit Kältegraden auftrat, wie man sie hier seit dem Winter 1829/30 nicht mehr erlebt hatte. Der Winter auf den Höhen, wie er gegen Ende des Jahres 1879 nicht nur im Berggebiet der Schweiz, sondern auch in dem des benachbarten Schwarzwaldes sich geltend machte, wird in einer Nachricht aus Basel vom 26. December des genannten Jahres in folgender Weise charakterisirt.

„Der strenge Winter zeigt auch dieses Jahr dieselben abnormen Erscheinungen wie im Jahre 1829/30. Während in der Ebene unerbittliche Kälte herrscht, zeigt sich auf den Höhen eine

calen Vertheilung der Temperatur nicht, wie Kerner u. A. wollen, lediglich auf die Wirkungen der Insolation zurückgeführt werden kann, sondern dass vielmehr die Quelle dieser abnormen Erwärmung der Höhen in dem *föhnartigen Herabsinken trockenwarmer Luft* an den Hängen der Berge zu suchen ist, ergiebt sich schon aus der Thatsache, dass diese Erscheinung auch an Orten, wie Elm und die Grimsel, welche im Winter wochenlang der directen Besonnung, also auch der Insolation gänzlich entbehren, sehr häufig auftritt und ist von Billwiller, in neuester Zeit namentlich auch von Hann überzeugend nachgewiesen worden. Vergl.:

Kerner, über die Wärmezunahme mit der Höhe im Winter; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., V.

Kerner, die Entstehung relativ hoher Lufttemperaturen in der Mittelhöhe der Thalbecken der Alpen im Spätherbste und Winter; *ibid.* XI und Sitzb. der k. Akad. d. Wissensch., Bd. LXXI, Abth. I, Januarheft 1875.

Billwiller, Temperatur und Luftdruckverhältnisse in der Schweiz während der Kälteperiode im December 1879; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., XV, p. 82.

Hann, über das Luftdruckmaximum vom 23. Januar bis 3. Febr. 1876; *ibid.* XI, p. 129.

Hann, über die Temperaturverhältnisse des December 1879; *ibid.* XV, p. 76.

Hann, die Temperaturverhältnisse der österreichischen Alpenländer, III. Th.; Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch., Bd. XCII, II. Abth., Juniheft 1885, p. 100.

verhältnissmässig milde Temperatur. Im badischen Schwarzwald stieg auf der freien Höhe von Höchenschwand 1010 m das Thermometer auf $+ 6,0^{\circ}$, so dass die dort oben in Hemdärmeln arbeitenden Holzhauer sich verwunderten, niedersteigend solchen Frost anzutreffen. Am 23. December stieg der Wärmemesser auf dem Uetliberg bei Zürich auf nahezu $+ 10,0^{\circ}$. Das Alpenpanorama soll bei dem klaren Himmel ein brillantes gewesen sein. In Davos, dem Curort für Lungenkranke, konnten die Gäste im Freien sich des Sonnenscheins erfreuen, während im tieferen St. Gallen die Leute ihre Ziegen, die hauptsächlichsten Nahrungsquellen, in Mäntel einhüllten, damit sie nicht der Kälte erlügen. Während viele Seen, so auch der Boden- und Zürichersee, zugefroren und gangbar sind, hat der Walensee bei einer Wassertemperatur von $+ 6,0^{\circ}$ nicht einmal am Ufer Eis angesetzt. Auch vom Gotthard wird über die Milde der Temperatur berichtet. Während am Fusse des Salève südlich von Genf $- 12,0^{\circ}$ notirt wurden, fanden einige Ersteiger dieses Berges von Righöhe auf seinem Gipfel an $+ 6,0^{\circ}$. Um Basel sind die meisten Vögel, die sonst in der Stadt ihre Winterkost suchten, gänzlich verschwunden. Auch 1829 hatten sich dieselben in höhere wärmere Regionen geflüchtet.“

In den weiter östlich gelegenen Theilen der tiroler und salzburger Alpen ist die merkwürdige Erscheinung der winterlichen Wärmeumkehrung, wenn gleich nicht so häufig und so entschieden ausgeprägt wie in dem Hauptföhngebiet der schweizerischen Alpen, so doch durchaus nicht unbekannt. In einem Sitzungsbericht der Akademie der Wissenschaften zu Berlin *über den Einfluss der Alpen auf das Klima ihrer Umgebung* sagt Dove ¹⁾ hierüber: „Während der Scirocco an der Mauer der Montblanc- und Monterosakette enorme Schneefälle erzeugt, wirkt der Föhn in der östlichen Schweiz und noch mehr in Tirol und Salzburg durch seine Sommerregen als Schneeschmelze, welche mitunter einen Meter an einem Tage beträgt. Bei grosser Intensität desselben geschieht dies mit einem barometrischen Minimum auch im Winter. „Er

¹⁾ Dove, über den Einfluss der Alpen auf das Klima ihrer Umgebung; Monatsber. d. Kgl. Pr. Akad. d. Wiss. z. Berlin 1863, p. 96.

drückt die Kälte ins Thal' ¹⁾ sagt der Tiroler, wenn die Spitzen der Berge sich ihrer Schneedecke bereits entkleiden, während es unten noch bitter kalt ist.“

Welch ausserordentlich tiefgreifenden und vielseitigen Einfluss der Föhn durch Erzeugung derartiger Unregelmässigkeiten in der senkrechten Vertheilung der Luftwärme auf das Klima ganzer Länder ausübt, ergiebt sich sehr deutlich aus den höchst beachtenswerthen Untersuchungen, welche Wanner ²⁾ über die Wärmeverhältnisse von Altstätten, St. Gallen, Trogen und Gäbris angestellt hat. Es beruhen diese Untersuchungen, welche auch in dem vorliegenden Versuch bereits mehrfach angezogen wurden, auf dem reichen bisher noch wenig verwertheten Material zwölfjähriger Beobachtungen, welche von der meteorologischen Centralanstalt in Zürich veröffentlicht wurden, beleuchten auch Natur und Wesen der bisher noch viel zu wenig beachteten Erscheinung der Intervention der Temperatur und führen sie auf ihre wahre Quelle zurück, die eben in den meisten Fällen in nichts anderem zu suchen ist als dem Föhn. Um nun zu zeigen, wie dieser Wind selbst dann, wenn er ganz gemässigt auftritt und sein Herrschaftsgebiet nur auf die oberen Regionen der Atmosphäre beschränkt, zu gewissen Zeiten des Jahres, namentlich im Winter auf dem Gebiet der Wärmeerscheinungen die überraschendsten Anomalieen erzeugt, ja oft geradezu eine Umkehrung der normalen Verhältnisse hervorruft und so das Klima nicht nur einzelner Orte, sondern ganzer Gebirgsgegenden gänzlich umgestaltet, müssen wir vorerst einen Blick auf die topographischen Verhältnisse der genannten Orte werfen und ihre horizontale und verticale Lage zu einander kurz charakterisiren.

Die vier genannten Stationen liegen im Gebiet des appenzellischen Hügellandes, welches, das linke Rheinufer begleitend, den Raum zwischen Säntis und Bodensee ausfüllt. Sie bilden ein sehr flach gedrücktes stumpfwinkliges Dreieck, dessen Seiten dieses Hügelland überspannen und dessen Ecken durch Altstätten, St. Gallen und den Gäbris bezeichnet werden. Die Horizontal-

¹⁾ Dove, über den Einfluss der Alpen, p. 110.

Dove, das Gesetz der Stürme, Berlin 1866, p. 195 u. 209.

²⁾ Wanner, l. c., p. 467.

abstände zwischen den drei letzt genannten Stationen betragen in runden Zahlen:

Altstätten — Gäbris	5 $\frac{1}{2}$ km
St. Gallen — Gäbris	8 $\frac{1}{2}$ „
St. Gallen — Altstätten	13 „

Ziemlich in der Mitte der geraden Linie, welche die beiden letzt genannten Stationen verbindet, von St. Gallen 6 km, von Altstätten 7 km, vom Gäbris nicht ganz 3 km entfernt, liegt Trogen in einer Senkung zwischen zwei Hügelreihen, von denen die nördliche gegen das Thal von St. Gallen, die südliche gegen die breiten Stromniederungen des Rheinthals abfällt. Im Osten wie im Westen lagern sich unbedeutende Erhebungen vor die Ausgänge dieses Längsthalcs, so dass der Ort rings von Höhen umgeben ist. In der von ihnen umschlossenen Senkung entspringt die Goldach, welche die nördliche Hügelkette durchbricht, um sich dem Bodensee zuzuwenden. Durch diese Lücke beeinflusst der Bodensee die klimatischen Verhältnisse des Ortes, welcher auf einem nördlichen Ausläufer der Gäbriskette erbaut ist. Die West- und Südwestwinde werden durch den kleinen Querriegel im Westen nur wenig abgehalten und die Nordwinde haben durch die oben erwähnte Goldachlücke vom Bodensee her freien Zutritt. Indessen liegt der Ort doch schon ausserhalb des grossen Strombetts der Bise, welches durch die schweizerische Hochebene zwischen Jura und Alpen gebildet wird. Die Südwinde kommen von der Gäbriskette herab und werfen sich theils über die Vögelisegg nach St. Gallen hinunter, theils suchen sie einen Ausweg durch die Goldachlücke nach dem Becken des Bodensees.

Durch die Kette der Vögelisegg von Trogen getrennt liegt St. Gallen gleichfalls zwischen zwei nördlich und südlich vorbeistreichende Höhenzüge eingebettet. Nordostwärts senkt sich das Tobel der Steinach zum Bodensee hinunter und gestattet von hier aus den Nordwinden freien Zutritt, während die Südwinde von den Bergen Appenzells herabstürzen.

Der Gäbris erhebt sich zwischen Trogen und Gais und ist der höchste Punkt einer Hügelkette, die von Südwest nach Nordost streichend einen Ausläufer des appenzellischen Hügellandes gegen das Rheinthal hin bildet und ziemlich jäh zu den Niede-

rungen desselben sich absenkt. Obzwar die hier errichtete Station nicht auf der höchsten Spitze des Berges sich befindet, die durch ein trigonometrisches Signal bezeichnet ist, sondern etwas tiefer auf einer seitlich gelegenen Erhebung, so ist sie doch den Bergstationen zuzuzählen und gestattet den Luftströmungen von allen Seiten her freien Zutritt.

Dicht am Ostabhang dieses Berggipfels da, wo derselbe seinen Fuss ins Thal stellt und die über den Stoss nach Gais und Appenzell führende Strasse den Alluvialboden der Rheinniederung verlässt, liegt Altstätten, die letzte der vier Stationen, mit denen wir es hier zu thun haben. Wie schon früher im topographischen Theil dieses Versuchs nachgewiesen wurde, gehört dieselbe zu den Föhnstationen ersten Ranges vermöge ihrer Lage in dem grossen natürlichen Canal des Rheinthales, der sich von dem Berglabyrinth des bündener Hochbodens bis zum Becken des Bodensees herabzieht und als Hauptstrombett dient, in dem südliche und nördliche Winde fast unausgesetzt auf und ab fluthen. Der Ort liegt innerhalb der Culturregion, in welcher Wein und Mais noch gedeihen; da er aber dicht an den Berghang sich lehnt, so ist nicht für alle Winde der Zutritt ein gleichmässig ungehemmter und ungestörter, sondern es müssen die West- und Südwestwinde erst das appenzeller Hügelland überwehen, bevor sie den Ort erreichen.

Für die Seehöhen der auf diesen vier Stationen errichteten Observatorien und ihre senkrechten Abstände von einander ergeben sich folgende Zahlen:

Station.	Seehöhe in m	Differenz in m
Altstätten	480	185
St. Gallen	665	245
Trogen	910	340
Gäbris	1250	

Es liegt also Trogen 430 m höher als Altstätten, der Gäbris sogar 770 m, während der Horizontalabstand zwischen Altstätten und dem Gäbris nur $5\frac{1}{2}$ km beträgt.

Nach dieser kurzen topographischen Skizze, die zum Verständniss des Folgenden dienen wird, wenden wir uns nun den Ergebnissen der Untersuchungen Wanners zu, insoweit dieselben auf unsere Erscheinung der durch Föhn erzeugten Interversio n der Temperatur sich beziehen, und fassen zunächst die Mittel ins Auge. Auf Grund der meteorologischen Beobachtungen, welche in der Zeit vom December 1863 bis November 1875 auf den genannten vier Stationen gemacht wurden, findet Wanner in Bezug auf dieselben folgende Zahlen für das

Wahre Mittel der Monate, der Jahreszeiten und des Jahres:

Zeit.	Altstätten 480 m	St. Gallen 665 m	Trogen 910 m	Gäbris. 1250 m
December	— 1,3	— 1,6	— 1,4	— 1,6
Januar	— 1,3	— 1,4	— 1,3	— 2,3
Februar	1,0	0,2	0,0	— 1,0
März	3,7	2,3	1,3	— 0,6
April	9,4	7,9	6,8	4,3
Mai	13,4	12,0	10,7	8,1
Juni	16,0	14,7	13,4	10,8
Juli	18,6	17,3	16,2	13,9
August	17,0	15,7	14,5	12,2
September	15,3	13,8	13,0	11,1
October	8,9	7,5	6,8	5,6
November	3,3	2,3	1,6	0,1
Winter	— 0,53	— 0,93	— 0,90	— 1,63
Frühling	8,83	7,40	6,27	3,93
Sommer	17,20	15,90	14,70	12,30
Herbst	9,17	7,87	7,13	5,60
Jahr	8,67	7,56	6,80	5,05

Ueberblickt man diese Zahlen, so muss zunächst auffallen, dass, obgleich bei normalen Witterungsverhältnissen der Januar in den Breiten, welchen unsere vier Stationen angehören, kälter zu sein pflegt als der December, doch die Decemberrmittel der vier Stationen mit den Januarmitteln theils übereinstimmen, theils sogar unter ihnen zurückbleiben mit alleiniger Ausnahme des Gäbris, für welchen das Decemberrmittel entschieden höher sich erhebt als das Januarmittel. Ferner ergibt sich aus dieser vergleichenden

Uebersicht die überraschende Thatsache, dass mit Zunahme der Höhe durchaus nicht eine entsprechende Abnahme der Temperatur sich zeigt, wie man sie auf Grund der im Allgemeinen als gültig erkannten Gesetze erwarten sollte. Bei der Erhebung von Altstätten 480 m bis St. Gallen 665 m zeigt sich eine geringe Abnahme, dagegen bei dem Ansteigen von St. Gallen 665 m nach Trogen 910 m nicht nur keine Abnahme, sondern sogar eine Zunahme des Decemberrmittels. Es ist also das zwölfjährige Mittel dieses Monats für Trogen höher als für St. Gallen und das für den Gäbris 1250 m berechnete Mittel zeigt noch Uebereinstimmung mit dem von St. Gallen.

Ganz ähnlich verhält es sich mit den Januarmitteln. Altstätten und Trogen, die in einem Verticalabstande von nicht weniger als 430 m liegen, haben genau dasselbe Monatsmittel; St. Gallen steht mit dem seinigen um $0,1^{\circ}$ tiefer und erst nach dem Gäbris hin tritt eine entschiedene Abnahme der Temperatur mit Zunahme der Höhe deutlich hervor. Hieraus ergibt sich also die noch viel zu wenig gewürdigte Thatsache, dass im Winter sogar bei Zugrundelegung zwölfjähriger Mittel in einer so ausgedehnten Höhenregion, wie sie das zwischen Altstätten und Trogen liegende Berggebiet darstellt, eine Abnahme der Temperatur nach der Höhe zu kaum nachweisbar ist.

Um nun zu zeigen, welches die Elemente sind, aus denen die oben zusammengestellten zwölfjährigen Decemberrmittel abgeleitet wurden, lassen wir in nachstehender Tabelle die Decemberrmittel jedes einzelnen Jahres der ganzen Beobachtungsperiode zur Vergleichung folgen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass die Beobachtungen für den Gäbris leider zum grössten Theil fehlen und für die voraufgehende Tabelle durch Berechnung ermittelt und ergänzt werden mussten ¹⁾.

¹⁾ Wanner, l. c., p. 504.

Decembermittel.

Jahr.	Altstätten 480 m	St. Gallen 665 m	Trogen 910 m	Gäbris 1250 m
1863	1,0	1,0	0,1	
1864	— 4,2	— 4,7	— 3,6	
1865	— 3,2	— 2,8	— 1,4	
1866	2,0	1,9	2,8	
1867	— 2,7	— 3,4	— 3,9	
1868	5,6	4,7	4,9	
1869	— 1,2	— 2,0	— 1,2	
1870	— 4,0	— 4,6	— 5,8	
1871	— 9,1	— 7,9	— 6,3	— 5,1
1872	3,4	2,5	3,9	1,9
1873	— 1,9	— 1,9	— 2,1	— 0,6
1874	— 1,4	— 2,6	— 3,9	— 6,0

Aus vorstehender Zusammenstellung, die sich für den Januar ganz ähnlich gestalten würde, ergibt sich zunächst die auffallende Thatsache, dass für St. Gallen die Tendenz vorwiegt, unter dem Mittel zu bleiben, welches ihm als Zwischenstation zwischen Altstätten und Trogen zukommen sollte. Es sind denn auch wirklich die Decembermittel von 1864, 1866, 1868, 1869, 1872 tiefer als bei diesen beiden Stationen. In den anderen Jahrgängen reiht es sich zwischen die beiden Stationen ein und zwar sowohl bei abnehmender als bei zunehmender Temperatur nach der Höhe zu, aber immerhin mit einem tieferen Mittel als ihm seiner Höhenlage nach zukommen würde. In den Jahren 1864, 1865, 1866, 1871, 1872 fand eine Zunahme zwischen Altstätten und Trogen Statt. Namentlich auffallend ist der kalte December 1871 durch seine ungewöhnlich niedere Temperatur in der Tiefe und die Zunahme derselben mit der Höhe, die von Station zu Station stetig sich steigert, so dass der Gäbris ein um $4,0^{\circ}$ höheres Mittel aufzuweisen hat als das an seinem Fusse um 770 m tiefer gelegene Altstätten. Die tieferen Temperaturen St. Gallens gegenüber den anderen Stationen erklären sich durch seine Lage im Norden des appenzeller Hügelsgebiets sowie den freien Zutritt der kalten Nordwinde und des Nebels vom Bodensee her.

Sieht man von diesem Umstande ab und untersucht man,

welche Witterungsverhältnisse diese auffallende Abweichung in der senkrechten Vertheilung der Temperatur nach der Höhe zu hervorrufen, so ergiebt sich, dass in den meisten Fällen nichts anderes es ist als der Föhn, der die höheren Regionen der Atmosphäre beherrschend hier die Feuchtigkeit der Luft vermindert und ihre Wärme erhöht, auf diese Weise Wolken- und Nebelbildung verhindert und so nicht nur die Einwirkung der Sonnenwärme mittelbar verstärkt, sondern auch unmittelbar selbst dazu beiträgt, die auf den Höhen angehäuften Schneemassen theils durch Schmelzung, theils durch Verdunstung zu beseitigen, während die unter dem Einfluss entgegengesetzter kalter Luftströmungen stehenden tieferen Regionen, in welche der nur sanft wehende Föhn nicht mehr hinabzudringen vermag, kalte feuchte Luft haben, deren Ueberfülle von Feuchtigkeit um so eher zu Nebelbildung führen muss, je tiefer ihre Temperatur ist. Eine Bestätigung dieser eigenthümlichen Erscheinung bildet folgende Thatsache. Als die Bewohner des Thurgaus, welche den am 6. December zu Altstätten Statt findenden St. Nikolausmarkt besuchen wollten, von St. Gallen her auf die Höhe der Vögelisegg kamen, sahen sie sich genöthigt, hier ihre Schlitten zurückzulassen, weil der hier oben herrschende Föhn den Schnee beseitigt und die Strasse vollständig bloß gelegt hatte.

Die Monate mit nach oben zunehmender Temperatur sind meistens durch ruhige Luft in den unteren Regionen der Atmosphäre und häufig auftretende Nebel in der Tiefe charakterisirt. So hatte der December 1865 in Altstätten 19, in St. Gallen 16; in Trogen 10 Nebeltage. An den in Trogen nebelfreien Tagen herrschten in Altstätten und St. Gallen nördliche und nordöstliche Luftströmungen bei tiefer Temperatur, in Trogen dagegen südliche und südöstliche Winde bei Sonnenschein und höherer Temperatur, an allen drei Orten aber war die Stärke der Luftbewegung eine nur unbedeutende. Im December 1871 hatte Rorschach 25 Nebeltage, Altstätten 15, St. Gallen 7, Trogen 4, Gäbris 0, eine Scala, die sehr deutlich die Abnahme der Nebelbildung mit der Zunahme der Temperatur nach der Höhe zum Ausdruck bringt. In der Tiefe war die Luft fast durchweg ruhig, in Trogen war sie zuweilen, auf dem Gäbris häufig bewegt, was durchaus mit den eben geschilderten Erscheinungen und der Annahme einer

ruhig gleichmässigen Herrschaft des Föhns in der Höhe übereinstimmt.

Im Jahre 1866 verdankt Trogen sein höheres Decemberrittel gegenüber dem von Altstätten den Tagen vom 19. bis 27., welche die oben charakterisirten Witterungsverhältnisse zeigten. Das Mittel dieser neun Tage betrug für Trogen $+2,3^{\circ}$, für Altstätten dagegen $-2,8^{\circ}$. Augenfälliger noch als im Jahre 1866 bekundet sich der wärmeerhöhende Einfluss des Föhns und seine Steigerung der Temperatur mit zunehmender Höhe in den Decemberritteln des Jahres 1872. In diesem Monat herrschte er vom 23. bis 31. auf dem Gäbris und in Trogen, während er in St. Gallen und Altstätten nicht zum Durchbruch gelangen konnte. Das Mittel aus diesen neun Tagen beträgt für Altstätten $3,4^{\circ}$, für Trogen $8,4^{\circ}$; dieses neuntägige Mittel Trogens übertrifft also das des 430 m tiefer gelegenen Altstätten um volle $5,0^{\circ}$. Auch im Jahre 1873, wo das Decemberrittel für den Gäbris höher war als das der drei anderen Stationen, wurde diese Anomalie durch eine Reihe von Tagen — vom 9. bis 15. — herbeigeführt, die auf dem Gäbris hell und warm waren, während die Tiefnebel bis Trogen herauf reichten. Wie im December 1865, so herrschten auch während dieser siebentägigen Periode auf dem Gäbris südöstliche Strömungen mit Föhncharakter, während zu Trogen die Windfahne beständig nördliche und nordöstliche Windrichtung anzeigte. Ziehen wir aus den sieben Tagen dieser Periode, während welcher ein sanft wehender Föhn die oberen Regionen beherrschte, die Mitteltemperaturen, so gelangen wir zu folgenden Ergebnissen:

Station.	Seehöhe in m	Mittel in $^{\circ}$ C.
Altstätten	480	$-5,6$
Trogen	910	$-5,4$
Gäbris	1250	$+1,0$

Hieraus ersieht man also, dass das Gäbrismittel dasjenige des um 770 m tiefer gelegenen Altstätten um nicht weniger als $6,6^{\circ}$

übertrifft. Dass die Unterschiede der absoluten Temperaturen zu solchen Zeiten, wo in der Höhe warmer Föhn herrscht, während in der Tiefe feuchtkalte Nebel lagern, noch ganz andere Zahlen aufweisen und zwischen Trogen und dem Bodenseespiegel bereits Wärmeunterschiede von nicht weniger als 20 bis 23 ° beobachtet wurden, ist schon in einem früheren Capitel, das die Maxima behandelte, bemerkt worden.

Auch die Februarmittel zeigen bisweilen noch eine deutliche Zunahme der Temperatur mit wachsender Erhebung über das Meeresniveau. Als Beleg hierfür mögen dienen nachstehende Zahlen, welche zum Ausdruck bringen die

Februarmittel 1864:

Station.	Seehöhe in m	Monatsmittel in ° C.
Altstätten	480	— 1,7
St. Gallen	665	— 1,5
Trogen	910	— 1,3

Der temperaturerhöhende Einfluss des Föhns auf die höheren Luftschichten der Atmosphäre, namentlich während der beiden Wintermonate December und Januar, wird ferner sehr deutlich bei Berechnung der fünftägigen Mittel. Es ergibt sich dabei, dass sechs Pentaden, welche gleichmässig vertheilt vor und nach dem Jahresübergange liegen, auf der Bergstation Trogen eine höhere Temperatur haben als auf der Thalstation Altstätten.

Nicht minder augenfällig tritt dieser Einfluss zu Tage bei einer Vergleichung der tiefsten Wintermittel, aus welcher hervorgeht, dass Altstätten für December und Januar das grösste, Trogen das kleinste Minimum aufweist, während man gemäss der Höhenlage der beiden Stationen gerade das umgekehrte Verhältniss erwarten sollte.

Dass die Wintermaxima der Höhen fast ausschliesslich auf den wärmeerhöhenden Einfluss des Föhns zurückzuführen sind, welch merkwürdige Anomalieen dieser Wind namentlich während der Wintermonate im täglichen Gange der Luftwärme hervorruft

und welch plötzliche Schwankungen derselbe in kürzester Frist zu Wege bringt, wurde schon früher nachgewiesen.

Schliesslich sei hier noch bemerkt, dass Orte, die dem Föhn sehr ausgesetzt sind, eine grössere Veränderlichkeit der Temperaturverhältnisse aufweisen müssen als ihre Umgebungen. Diese Einwirkung des Föhns auf das Klima tritt ganz besonders augenfällig zu Tage in der grösseren Veränderlichkeit der Mitteltemperatur zu Altstätten verglichen mit Basel und München. Auch zeigen die Temperaturdifferenzen Basel-Altstätten im Winter und Herbst eine grössere Veränderlichkeit als jene von Wien-Graz bei gleicher Entfernung, obwohl die beiden letzteren Stationen durch Alpenketten getrennt sind, während Basel und Altstätten eine sehr gleichartige Lage haben — höchst charakteristische Erscheinungen, deren Ursache ohne Zweifel lediglich in dem Einfluss des Föhns auf das Klima von Altstätten zu suchen ist ¹⁾.

IV.

Luftfeuchtigkeit.

Im engsten Zusammenhange mit den im vorstehenden Capitel betrachteten Wärmeerscheinungen, welche den Föhn charakterisiren, stehen alle diejenigen diesen Wind begleitenden Erscheinungen, welche auf die atmosphärische Feuchtigkeit und deren Kreislauf zwischen dem Erdkörper und seiner gasförmigen Dunsthülle sich beziehen.

Ausgehend von dem unter dem Zusammenwirken sehr verwickelter meteorologischer Factoren beständig sich vollziehenden Vorgänge, durch welchen alle Feuchtigkeit, die sich in tropfbar flüssiger Form als Wasser oder in fester Gestalt als Schnee und Eis auf der Erdoberfläche ansammelt, unausgesetzt in Dampf verwandelt und als solcher in die Atmosphäre emporgeführt wird, betrachten wir zunächst den Einfluss, den der Föhn auf die Verdunstung ausübt, wenden uns sodann dem durch diesen Verdunstungsvorgang erzeugten Zustande der Atmosphäre zu, den man

¹⁾ Hann, die Temperaturverhältnisse der österreichischen Alpenländer; Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch., Wien 1885, XC. Bd., IV. Heft, II. Abth., p. 610 u. 635.

mit Feuchtigkeit zu bezeichnen pflegt, und untersuchen die Aenderungen, welche der Föhn in der absoluten und relativen Feuchtigkeit der Luft hervorbringt, um schliesslich zu ermitteln, in welcher Weise er diejenigen Erscheinungen beeinflusst, die als wässrige Niederschläge bezeichnet zu werden pflegen und unter verschiedenen Gestalten, sei es nun in der Uebergangsform von Nebel und Wolke, sei es in tropfbar flüssiger Gestalt als Regen oder Thau, sei es endlich in fester Form als Schnee, Hagel oder Reif der Erde die durch Verdunstung verlorene Feuchtigkeit wieder zurückgeben.

Es zerfällt sonach dieses Capitel ganz naturgemäss in drei Theile, von denen der erste die *Verdunstung*, der zweite die *Feuchtigkeit*, der dritte die *Niederschläge* in ihrer durch den Föhn hervorgerufenen Beeinflussung behandelt. Wir wenden uns zunächst dem ersten Theile zu und betrachten die vom Föhn beeinflusste

1. *Verdunstung.*

So wichtig eine genaue Messung der Verdunstung für Meteorologie wie Klimatologie wäre, so völlig unmöglich ist es bis jetzt gewesen, auch nur annäherungsweise zu bestimmen, wieviel Feuchtigkeit von einem bestimmten Stück der Erdoberfläche in einem bestimmten Zeitraum durch Verdunstung der Atmosphäre zugeführt wird. Nur soviel wissen wir, dass dieser Vorgang von sehr verwickelten Factoren beeinflusst wird und als das Gesamtergebniss des gleichzeitigen Zusammenwirkens und der gegenseitigen Wechselwirkung dieser verschiedenen Factoren zu betrachten ist.

Als die wichtigsten dieser Factoren, die hierbei mitwirkend ins Spiel kommen, sind zu bezeichnen: Druck, Bewegung, Wärme und Feuchtigkeit der Luft, ausserdem Insolation, sowie Gestalt und Bedeckung des Bodens, der einer Luftsäule von bestimmter Grundfläche als Basis dient und den Schauplatz der zu untersuchenden Verdunstungserscheinungen bildet. Es ist nachgewiesen, dass auf hohen Bergen, wo der Luftdruck schwächer ist als im Niveau des Meeres, die Verdunstung des Bodens wie auch der ihn bedeckenden Pflanzen eine raschere und stärkere ist als in der Ebene, wo der Luftdruck stärker wirkt als in der

Höhe, woraus sich ergibt, dass hoher Luftdruck hemmend, niedriger atmosphärischer Druck dagegen fördernd auf die Verdunstung einwirkt.

Dass ferner bewegte Luft die Verdunstung mehr fördert als unbewegte, ist eine so allgemein bekannte Thatsache, dass der Nachweis ihrer Richtigkeit kaum geführt zu werden braucht. Weniger bekannt dürfte jedoch sein, um wieviel die Bewegung der Luft die Menge der verdunstenden Feuchtigkeit zu vermehren vermag gegenüber der Menge von Wasser, die bei vollständig ruhiger Luft in Dampf sich verwandelt. Schübler ¹⁾ hat nachgewiesen, dass die Menge von Wasser, die an windigen Tagen verdunstet, mehr als das Doppelte betragen kann von der, welche an windstillen Tagen in gasförmiger Gestalt sich verflüchtigt.

Fassen wir nun das, was im Vorstehenden über die Verdunstung im Allgemeinen gesagt wurde, zusammen und sehen wir zu, in wie weit die verschiedenen bei diesem Vorgange mitwirkenden Factoren beim Föhn thätig theilhaftig sind, so werden wir schon im Voraus mit Sicherheit den Schluss ziehen dürfen, dass dieser Wind von wesentlichem Einfluss auf den genannten Process sein muss.

Wir sahen im ersten Capitel des meteorologischen Abschnitts, welches den beim Wehen des Föhns herrschenden Luftdruck untersuchte, wie dieser Wind stets von local auftretenden Depressionen des atmosphärischen Druckes begleitet ist, welche bisweilen zu sehr tiefen Minimis herabsinken.

Das zweite die Luftbewegung behandelnde Capitel wies nach, welch ungeheure Kraft der Föhn zu entwickeln vermag, wie rasch die Bewegung der Luft und wie gewaltig die dadurch erzeugten Umwälzungen sind, welche dieser Wind in der Atmosphäre hervorruft.

Unter Luftwärme wurde durch zahlreiche Belege dargethan, dass kein Wind des gesammten Alpengebiets eine so bedeutende Steigerung der Temperatur hervorzurufen vermag als dies der Föhn innerhalb seines Herrschaftsgebietes stets zu thun pflegt.

¹⁾ Schübler, vermischte meteorologische Notizen; Schweigg. Journ. LIV, 1828.

Schübler, Grösse der wässerigen Ausdünstung im Jahre 1828; ibid. LVIII, 1830.

Und noch innerhalb dieses die Luftfeuchtigkeit behandelnden Capitels wird der Nachweis geführt werden, dass neben bedeutender Erwärmung keine meteorologische Eigenschaft dem Föhn in gleich hohem Masse zukommt, wie die ausserordentliche Austrocknung der Luft, welche er stets hervorruft.

Erwägen wir endlich noch, dass durch den Föhn die Luft fast immer von trübenden Dünsten und Wolken, welche die unmittelbare Sonnenwirkung beeinträchtigen, befreit, in Folge dessen die Insolation verstärkt und dadurch mittelbar auch die Verdunstung gefördert wird, so erhalten wir eine Reihe von Eigenschaften, welche in der vorstehenden allgemeinen Charakteristik des Verdunstungsvorganges als Hauptbeförderer dieses Processes nachgewiesen wurden.

Auf Grund dieser Eigenschaften und ihrer gegenseitigen Wechselwirkung sind wir somit zu der Annahme berechtigt, dass der Föhn die Verdunstung in hohem Grade fördern muss.

Diese Annahme wird denn auch durch die Erfahrung im vollsten Umfange bestätigt. Nur ist sehr zu bedauern, dass man gerade dieser Seite der Meteorologie des Föhns bisher viel weniger Berücksichtigung und Pflege angedeihen liess als sie solche verdiente, dass in Folge dessen das diesbezügliche Beobachtungsmaterial zur Stunde noch ein überaus dürftiges und unzureichendes ist und auf directe in Zahlen ausdrückbare Messungen sich leider so gut wie gar nicht zurückführen lässt. Was nach dieser Richtung hin bisher sich ermitteln liess, soll im Nachstehenden mitgetheilt werden.

Schon der alte Scheuchzer hat mit glücklicher Beobachtungsgabe den bedeutenden Einfluss erkannt, den der Föhn auf die Verdunstung ausübt, und er charakterisirt diesen merkwürdigen Wind in seiner *Beschreibung der Luftgeschichten des Schweitzerlandes* wie folgt ¹⁾:

„Es ist insonderheit in unseren Landen entsetzlich das Wüten des Föhnwinds, welcher gar oft die Häuser umwirft, die Tächer

¹⁾ Scheuchzer, *Meteorologia et Oryctographia Helvetica* oder *Beschreibung der Luftgeschichten, Steinen, Metallen und anderen Mineralien des Schweitzerlandes*; Zürich 1718, p. 3.

abdeckt und im Urner- und Glarnerland sonderheitlich die Einwohner hinterhaltet von dem Kochen, dass sie in denen vornemsten Flecken kein Feuer anzünden dörfen. Die grössesten Tannenbäum werden aus ihren Wurzten gerissen, über die Felsen hinunter geschmissen, ja zuweilen gewunden, verträhet oder entzwey gebrochen. Es bleibet aber dabei noch nicht die Wirkung des warmen Föhnwinds: er treibet den Nahrssaft oft so geschwind in die Röhrlein der Pflanzen, dass die Bäum oft über Nacht grün werden; zuweilen werden sie gar in der Blüth erstecket und gleichsam gesenget, wie wir es Anno 1676 und 77 erfahren; daher komt es, dass gemeynlich zu Altorff im Urnergebieth die Früchte eher zeitig werden als zu Zug und im Canton Zürich. An dem Zürichsee ob dem Meylerhorn bringet dieser Wind oft zu angenehmem Herbst die noch unreiffe Trauben zu so geschwinder Zeitigung, dass Jedermann sich darüber verwunderet. Ueberdiss löset er den Schnee in solcher Viele auf, dass dardurch die Bergwasser überall anlauffen und grossen Schaden thun, wie diss Anno 1706 mit grossem Schaden erfahren das Veltlein, Bergell und andere Thäler. Es ist leicht zu erachten, dass auch unsere der Menschen Leiber, welche als lebendige Barometer anzusehen sind, daher müssen merkliche Aenderungen spüren; die Masse des Geblüts wird aufgelösst, die Durchdämpfung vermehret, die Spannung der Hautzäseren geminderet, daher oft nachdem die flüchtigeren Theile weggeflogen, die dickeren und zäheren Theil zuruck bleiben und allerhand Fieber verursachen, wie solches ins besonder gewahret wird zu Neufchatel, Rapperschweil, Feldbach unter Rapperschweil und anderen gegen dem Föhn offenen Oertheren. In dem Rheinwald in Pündten hat der Föhn, welchen dort die Einwohnern den welschen Seewind nennen, diese verwunderliche Eygenschaft, dass er auch bei sonst heller Luft das fast trockene Heu ganz feucht machet und hergegen in dem Schamserthal, so nicht weit von jenem ligt, das Heu getrocknet und eingesamlet wird unter Regierung dieses Windes. Wer die Situation dieser Orthen in Acht nimmet, der wird die Ursachen bald finden; es löset der Föhnwind von denen hohen Schnee- und Eisbergen, so zuhinterst im Rheinwald sind bey dem Ursprung des hinteren Rheins, eine ungläubliche Menge Wassertheile auf und überführet damit das ganze von hohen Bergen rings umher eingeschlossene Thal, Rheinwald

genannt und feuchtet alles an und nimmet also hier der Mittagwind an sich die Natur des West- oder Regenwinds.“

Eine ähnliche Thatsache, die ebenso wie die von Scheuchzer besprochene zum guten Theil auf die vom Föhn sehr stark beschleunigte Verdunstung zurückzuführen ist, theilt Wyss in seiner an werthvollen Beobachtungen überaus reichhaltigen *Reise in das Berner Oberland* mit. Das Klima von Grindelwald besprechend sagt er ¹⁾:

„Im Winter hören die Passatwinde auf und das Klima des Thales ist oft um ein Par Grade milder als dasjenige von Bern. Dieses rührt von der Ausschliessung des Nordwinds her, welcher durch die hohen nördlichen Gebirge des Thales abgehalten wird und blos auf den Höhen selbst seine Heftigkeit auslässt. Hingegen sind die Südwinde, mit dem Namen des Föhns bezeichnet, ausserordentlich stark und nicht selten sehr gefährlich. Sie kommen zum Theil mehr südwestlich von der Wengenalp und der Jungfrau her. Zuweilen sind sie mächtig genug, um Bäume auszureissen und die steinbeschwerten Schindeldächer der Häuser abzutragen. Dagegen vermag auch dieser Föhn im Frühling an einem einzigen Tag eine ganze Haslerelle von Schnee, zwei Fuss drei Zoll hoch, wegzuschmelzen und erzeugt sich dann äusserst wohlthätig.“

Anknüpfend an diese Mittheilung eines älteren aber durchaus zuverlässigen Reisenden sagt Schatzmann in seinen *alpirthschaftlichen Volksschriften* ²⁾:

„Als ich in Wyss's Reise in das Berner Oberland las, dass der Föhn im Frühling während eines einzigen Tages eine ganze Haslerelle — 2' 3'' — Schnee zu schmelzen im Stande sei, kam mir diese Bemerkung ziemlich unglaublich vor und ich wollte mich deshalb durch eigene Beobachtung von deren Wahrscheinlichkeit überzeugen. An einem Föhntage im Mai 1848 suchte ich in meinem Garten, der von umliegenden Gebäuden noch einigermaßen gegen den Andrang des Südwinds geschützt war, eine Stelle aus, wo der Schnee genau einen Fuss hoch lag, und steckte

¹⁾ Wyss, l. c., II, p. 598.

²⁾ Schatzmann, l. c., I, p. 96.

in denselben ein fusslanges hölzernes Stäbchen. Es war 11 Uhr Vormittags. Nachmittags um 3 Uhr fiel mein Massstab um und lag kurze Zeit nachher auf der trockenen Erde. In einem Zeitraum von etwas mehr als vier Stunden war an einem theilweise vor dem Föhn geschützten Orte eine fussdicke Schneedecke weggeschmolzen und ich hatte alle Ursache von meinem Zweifel bekehrt zu sein.“

Diese beiden älteren Zeugnisse werden durch neuere Beobachtungen durchaus bestätigt. Sowohl Gerwer ¹⁾ wie auch Tschudi ²⁾ und Ober ³⁾, ebenso sorgfältige Beobachter als gewissenhafte Gewährsmänner, die auf Grund langjähriger eigener Erfahrungen berichten können, heben die ausserordentliche Raschheit hervor, mit welcher der Föhn namentlich im Frühjahr die gewaltigsten Schneemassen in kürzester Frist beseitigt.

„Im Grindelwaldthale“, sagt Tschudi in seinem vortrefflichen *Thierleben der Alpenwelt*, „schmelzt der Föhn oft in zwölf Stunden eine Schneedecke von 2½ Fuss Dicke weg“ und in richtiger Erkenntniss der wahren Ursache dieser ungemein raschen Beseitigung des Schnees fügt er dann weiter hinzu: „dabei ist der Föhn zum grossen Glücke der Menschen und Felder ein vorsichtiger Schneeschmelzer und schützt dadurch, dass er durch seine Wärme eine massenhafte Verdunstung der Wassertheile unterhält, die Niederungen vor gefährlichen Ueberfluthungen der Bergwasser“.

Leider sind die bisherigen Beobachtungen über diesen interessanten Vorgang der durch den Föhn bewirkten Schneeschmelze noch zu wenig genau und verlässlich, als dass schon jetzt durch Zahlen sich nachweisen liesse, wieviel bei dieser raschen Aufzehrung der winterlichen Schneemassen durch Schmelzung, wieviel durch Verdunstung beseitigt wird. Dass aber der letztere Process hierbei in weit höherem Grade wirksam ist als man gewöhnlich annimmt, ergibt sich mittelbar aus Folgendem.

Die in den Hochgebirgen der Alpen durch den Föhn bewirkte Frühlingsschneeschmelze ist bisweilen eine so plötzliche und

¹⁾ Aeby, v. Fellenberg und Gerwer, l. c., p. XIX und XX.

²⁾ Tschudi, l. c., p. 20 und 21.

³⁾ Ober, l. c., II, p. 3.

rasche, die durch den Gluthhauch dieses Windes gelösten Schneemassen sind so ungeheure, dass bei der Steilheit der Gehänge, denen sie aufgelagert sind, und bei dem starken Gefälle der Rinnale, welche die abfliessenden Schmelzwasser aufnehmen, sammeln und abführen, die Alpenströme nothwendiger Weise alljährlich um dieselbe Zeit aus ihren Ufern treten, den Grund der Thäler überfluthen und die furchtbarsten Verheerungen anrichten müssten, wenn aller Schnee, der im Hochgebirge schmilzt, in Wasser verwandelt und als solches zur Tiefe geführt würde. Nun verläuft aber erfahrungsgemäss die Frühlingsschneesmelze in den Gebirgsthalern der Alpen und den angrenzenden Vorlanden, in welche dieselben ausmünden, zumeist weit schadloser als die sommerliche Schnee- und Gletschersmelze und die Stromüberschwemmungen, die etwa hie und da durch die erstere hervorgerufen werden, sind im Allgemeinen viel weniger verheerend als die verhängnissvollen Ueberfluthungen, welche die lang anhaltenden Sommer- und Herbstregen schon so oft über die Alpenländer gebracht haben. Diese auffallende Thatsache ist eben lediglich dadurch zu erklären, dass die trocken-warme Luft des Föhnwindes vermöge ihrer hohen Wärme nicht nur einen Theil des Schnees durch Schmelzung in Wasser verwandelt, sondern gleichzeitig auch vermöge ihrer grossen Trockenheit und der hieraus sich ergebenden bedeutenden Dampfcapacität sowohl einen guten Theil des abfliessenden Schmelzwassers wie auch eine beträchtliche Menge des in voller Auflösung begriffenen Schnees durch Verdunstung unmittelbar aus dem festen in den gasförmigen Zustand überführt und so auf eine für das Land und seine Bewohner möglichst unschädliche Weise beseitigt.

Was soeben von den Strömen des Alpengebirges gesagt wurde, gilt auch von den grossen Randseen, die mit ihren Ufern theils noch zwischen die Erhebungen der Hügel- und Bergregion, theils schon in die Niederungen des angrenzenden Vorlandes eingebettet liegen und den grossen Gebirgsströmen, von denen sie durchflossen sind, oder deren Gewässer sie aufnehmen, nicht nur als Klärungs- und Läuterungsbecken, sondern auch als Wasserstandsregulatoren dienen. Wie die im Hochgebirge entspringenden Ströme, so erfahren auch die von ihnen gespeisten mit ihren Wasserständen von ihnen abhängigen Sammelbecken der Seen ihre bedeutendsten Anschwellungen im Allgemeinen nicht während

der Frühjahrsschneesmelze, sondern meist zur Zeit der Sommer- und Herbstregen. Es geht dies deutlich aus den beiden nachstehenden Tabellen hervor, von denen die erste eine Uebersicht der in der Zeit von 1868 bis 1874 beobachteten relativ schnellsten schweizerischen Seeanschwellungen giebt, die zweite eine Zusammenstellung der im gleichen Zeitraum beobachteten relativ grössten (totalen) Seeanschwellungen und der verhältnissmässig grössten Verdunstungsmengen.

1. Uebersicht der in der Zeit von 1868 bis 1874 beobachteten relativ schnellsten schweizerischen Seeanschwellungen ¹⁾.

See und Station	Jahr	Datum	See- fläche in qkm	Grösse der Steigung in mm	
				pro Tag	pro Secunde
Bodensee Stein	1872	Mai 23. bis 24.	539,14	405	0,00469
Brienzersee Ringgen- berg	1873	Aug. 31. bis Sept. 1.	30	375	0,00434
Thunersee Därligen	1874	Juli 30. bis 31.	48	510	0,00590
Vierwaldstättersee See- burg	1874	Juli 30. bis 31.	113,4	510	0,00590
Zugersee Zug	1869	Aug. 15. bis 16.	38,5	210	0,00243
Walensee Weesen	1874	Juli 30. bis 31.	23,3	1170	0,01354
Zürichersee Schmerikon	1874	Juli 30. bis Aug. 1.	87	300	0,00347
Genfersee Genf	1870	September 1. bis 2.	578,8	240	0,00278
Lago Maggiore Locarno	1868	Sept. 27. bis 28.	214,3	1700	0,01968
Luganersee Ponte Tresa	1872	Nov. 30. bis Dec. 1.	50,5	540	0,00625

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich also, dass unter zehn Fällen von Seeanschwellungen neun auf die Sommer- und Herbstmonate fallen, auf den Frühling dagegen nur einer, der in seinen Ursachen nicht auf Regenfälle oder andere Vorgänge,

¹⁾ Lauterburg, Versuch zur Aufstellung einer allgemeinen Uebersicht der aus der Grösse und Beschaffenheit der Flussgebiete abgeleiteten schweizerischen Stromabflussmengen, Bern 1876, p. 34.

sondern, wie aus dem ausdrücklich unter Bemerkungen hinzugefügten Beisatz: „Ohne erhebliche Regenfälle und nach fünf regenlosen Tagen“ hervorgeht, vorzugsweise auf starke Schneeschmelze im Hochgebirge zurückzuführen ist.

2. Uebersicht der relativ grössten (totalen) Seesteigungen und der verhältnissmässig grössten Verdunstungsmengen während der Zeit von 1868 bis 1874 ¹⁾.

See	Jahr	Datum	Grösste totale Steigung in m	See- fläche in qkm	Verdun- stungs- menge per Secunde in cbm
Bodensee	1872	August 11. bis 12.	2,20	539	31,20
Brienzersee	1874	Mai 20. bis Juni 12.	1,11	30	1,73
Thunersee	1874	Juli 29. bis Aug. 1.	0,84	48	2,77
Vierwaldstättersee	1868	April 17. bis Mai 16.	1,32	113,4	6,56
Zugersee	1870	Oct. 15. bis Nov. 6.	0,60	38,5	2,23
Walensee	1874	April 19. bis Mai 14.	2,52	23,3	1,35
Zürichersee	1874	Oct. 10. bis Nov. 4.	1,00	87,8	5,08
Genfersee	1873	Juni 3. bis Aug. 5.	1,24	578,0	33,43
Lago Maggiore	1868	Sept. 16. bis Oct. 4.	6,75	214,3	12,45
Luganersee	1868	Sept. 16. bis Oct. 6.	2,06	50,5	2,92

In vorstehender Tabelle beruhen die Werthe der die Verdunstungsmenge ausdrückenden Zahlen auf der Annahme einer täglichen Verdunstungshöhe von 5 mm, bezeichnen also keineswegs die eigentlichen Maxima, da z. B. nach den von Lauterburg angestellten Verdunstungsmessungen während eines Zeitraums von vier und zwanzig heissen und windigen Stunden, namentlich bei starkem ungesättigtem Föhn die Verdunstungsmenge auf 11 bis 12 mm sich steigern kann.

Durch diese bedeutende Beschleunigung der Verdunstung wird der Föhn zum Wohlthäter mancher Gebirgsthäler, die ohne sein regelmässiges Auftreten vielleicht gänzlich unbewohnbar sein würden. In den flachen fast vollkommen söhlichen Niederungen

¹⁾ Lauterburg, l. c., p. 35.

des Rhonethales zwischen der Pforte von St. Maurice und dem Städtchen Villeneuve, des Reusstales zwischen Erstfelden und Flüelen und des Rheinthaies zwischen Sargans und Rheineck, welche nichts anderes sind als ein Erzeugniss des unausgesetzt fortschreitenden Auffüllungsprocesses der Seen und in Folge ihrer geringen Steigung den sie durchfliessenden Gewässern nur ein äusserst geringes Gefälle mitzuthellen vermögen, würde die hier und da immer wieder beginnende Versumpfung noch weit rapidere Fortschritte machen und schliesslich die flachen Thalsohlen, die gegenwärtig wenigstens zum Theil noch als Wiesen und zum Anbau des Mais und anderer Culturpflanzen verwerthet werden, in ihrer ganzen Breite von einer Bergwand zur andern in einen einzigen Sumpf verwandeln, der nicht nur für Bewohnung und Bebauung gänzlich unbrauchbar wäre, sondern auch die Luft weithin verpesten und sehr bald Zustände herbeiführen müsste, wie sie in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts am unteren Ende des Walensees in der Umgebung von Weesen ¹⁾ eintraten, wenn nicht von Zeit zu Zeit der Föhn sich einstellte und mit seinem heissen Hauch die stehenden Wasser der todtten Flussarme und seichten Tümpel, die immer wieder von Neuem sich bilden, in ebenso viel Stunden auftröcknete als die Sonne Tage brauchen würde, um sie zu beseitigen.

2. Feuchtigkeit.

Durch zahlreiche Beobachtungen, die seit länger als einem Jahrzehnt auf den schweizerischen meteorologischen Stationen angestellt wurden, ist mit unzweifelhafter Sicherheit festgestellt worden, dass der Föhn ein relativ trockener Wind ist. Diese Trockenheit macht sich nicht blos in den nördlichen Thälern der Alpen geltend, sie wird, wenn gleich in geringerem Grade, auch im ganzen weiteren Föhngebiet deutlich wahrgenommen. Während bei normalem Zustande der Atmosphäre die mittlere relative

¹⁾ Heer, der Canton Glarus; Gemälde der Schweiz, VII, p. 39.

Legler, hydrotechn. Mitth. üb. d. Linthcorrection, p. 1.

Schuler, Geschichte des Landes Glarus, p. 147.

Senn, das Linthwerk; Charakterbilder etc., I., p. 375.

Feuchtigkeit in dem nordwärts der Alpen gelegenen Gebiet der Schweiz etwa 70 bis 80 % beträgt, sinkt sie bei Föhn auf 50 bis 40 %, am Nordfuss der Alpen sogar auf 30, in einzelnen Fällen selbst bis zu 24 % herab. Diese Trockenheit hält bisweilen Tage lang an. Beachtenswerth ist dabei, dass die Feuchtigkeit auch da sich vermindert, wo sich der Föhn selbst nicht als charakteristische Luftbewegung geltend macht, dass ferner diese Feuchtigkeitsabnahme auf den höher gelegenen Stationen weniger beträchtlich ist als auf den tieferen und dass am Südhang der Alpen eher eine Vermehrung als eine Verminderung der Luftfeuchtigkeit wahrzunehmen ist.

Wie in Bezug auf Druck, Bewegung und Wärme der Luft, so bietet auch hinsichtlich ihrer Feuchtigkeitsverhältnisse der Föhn vom 23. September die lehrreichsten Aufschlüsse. Ihm wenden wir daher an der Hand Dufours ¹⁾ sorgfältiger Untersuchungen in erster Linie uns zu, indem wir zunächst in nachstehender Tabelle unter A die Feuchtigkeitsmittel der drei dem Föhn voraufgehenden Tage, des 19., 20. und 21. September, und der drei demselben nachfolgenden Tage, des 25., 26. und 27., unter B die Mittel der drei Föhntage, des 22., 23. und 24., unter C die zwischen A und B vorhandenen positiven oder negativen Differenzen vergleichend neben einander stellen, wie sie auf einer Reihe schweizerischer Föhnstationen beobachtet wurden.

Station.	Seehöhe in m	Mittlere Feuchtigkeit in %		
		A	B	C
Bern	574	83	77	6
St. Beatenberg	1150	83	56	27
Brienz	586	81	60	21
Affoltern	795	84	78	6
Zürich	480	84	60	24
Uetliberg	874	87	67	20
Glarus	473	79	44	35
Schwyz	547	80	51	29
Einsiedeln	910	77	49	28
Zug	429	89	74	13

¹⁾ Dufour, l. c., p. 52.

Station.	Höhe in m	Mittlere Feuchtigkeit in %		
		A	B	C
Muri	483	81	66	15
Rathhausen	440	86	56	30
Stans	456	89	71	18
Engelberg	1024	77	45	32
Altorf	454	79	63	16
Faido	722	73	87	— 14
Mendrisio	355	77	76	1
Bellinzona	229	74	72	2
Castasegna	700	78	90	— 12
Brusio	777	73	73	0
Sils	1810	81	79	2
Bervers	1715	80	70	10
Remüs	1245	74	64	10
Stalla	1780	68	62	6
Platta	1379	74	67	7
Thusis	706	80	55	25
Chur	603	79	44	35
Klosters	1207	72	43	29
Marschlins	545	78	53	25
Sargans	501	74	40	34
Altstätten	478	74	40	34
Trogen	885	76	41	35
St. Gallen	679	72	46	26
Frauenfeld	422	85	74	11
Zurzach	355	88	83	5
Basel	278	84	75	9
St. Imier	833	80	63	17
Bözberg	577	88	70	18
Pruntrut	430	85	74	11
Neuchatel	488	75	72	3
Chaumont	1152	82	65	17
Ste. Croix	1092	81	65	16
Dizy	588	84	77	7
Vuadens	825	84	65	19
Genf	408	80	61	19
Morges	380	79	65	14
Montreux	385	85	60	25
Bex	437	90	58	32
Martigny	498	82	62	20
Simplon	2008	81	89	— 8

Bei vergleichender Betrachtung dieser Tabelle springt sofort in die Augen, dass während der in Rede stehenden Föhnperiode die Luft bedeutend trockener war als während der ihr vorangehenden und nachfolgenden Tage. Dieser Unterschied der relativen Feuchtigkeit ist auf vielen Stationen des schweizerischen Beobachtungsnetzes ein ziemlich beträchtlicher und es ergibt sich aus dem Gesamtergebnis der angestellten Beobachtungen, dass der Föhn vom 23. September 1866 für die meisten nordwärts der Alpen gelegenen Orte ein entschieden trockener Wind war ¹⁾. Diese Trockenheit macht sich im Allgemeinen sofort bei Eintritt des Föhns deutlich fühlbar und in den meisten Fällen ist die Abnahme der Luftfeuchtigkeit eine sehr rasche.

In Trogen ergeben die am 21. September angestellten drei Beobachtungen 87, 71 und 69 % Feuchtigkeit. Schon am Abend dieses Tages beginnt der Föhn zu wehen und sofort ist eine Verminderung der Feuchtigkeit wahrnehmbar, die so rasch fortschreitet, dass der Feuchtigkeitsgehalt der Luft um 7 h am des folgenden Tages nur noch 36 % beträgt. Für Glarus ergeben die drei Beobachtungen desselben Tages die Zahlen 92, 67 und 93. Um 7 h am des 22. beträgt die Feuchtigkeit noch 95 %; gegen Mittag aber erhebt sich der Föhn und vermindert die Feuchtigkeit der Luft so rasch, dass sie um 1 h pm nur noch 42 % beträgt und um 7 h pm sogar bis auf 39 % gesunken ist. In Engelberg werden am 21. die Zahlen 81, 50 und 72 notirt. Am 22. Morgens beträgt die Feuchtigkeit noch 78 %; gegen Mittag aber erhebt sich auch hier der Föhn und drückt dieselbe so rasch herab, dass sie um 1 h pm 38 %, um 7 h pm nur noch 28 % beträgt. An allen diesen Orten tritt also der Föhn sofort mit dem ausgesprochenen Charakter der Trockenheit auf. Dies ist indessen durchaus nicht überall der Fall; auf den Stationen der westlichen Schweiz scheint vielmehr die Feuchtigkeit der Luft trotz ihrer hohen Wärme, die auch hier der Föhn hervorrief, beim Eintritt dieses Windes grösser gewesen zu sein als in den eben genannten Stationen. In Bex beträgt am 22. die relative Feuchtigkeit um 7 h am 82 %, um 1 h pm 50 %, um 9 h pm 59 %.

¹⁾ Vergl. hierzu die Kartenskizze des Föhns vom 23. September 1866.

Am Morgen des genannten Tages erhebt sich hier der Föhn, nimmt während der darauf folgenden Nacht bedeutend an Heftigkeit zu und mindert die Feuchtigkeit so weit herab, dass die drei Beobachtungen des 23. nur noch die Zahlen 50, 44 und 56 ergeben. Zu Montreux notirte man am 21. September 90, 70 und 91, am folgenden Tage 76, 64 und 79 %. Der Föhn erhebt sich hier in der Nacht auf den 23., für welchen die drei Beobachtungen 48, 39 und 50 % ergeben. In Genf macht sich der Föhn bereits gegen Mittag des 22. fühlbar. Die Feuchtigkeit beträgt hier um 10 h am 48 %, um Mittag 46 %, um 3 h pm 53 %. Am folgenden Tage um 11 $\frac{1}{4}$ h am setzt der Südwest in einen starken Süd um, der die Feuchtigkeit der Luft sehr rasch auf 27 % herabbringt. Um 2 h pm beträgt dieselbe 41 %, um 10 h pm hat sie sich bereits wieder auf 44 % erhoben. Für den Jura ergeben die drei um 7 h am, 1 h und 9 h pm auf vier Stationen vom 21. bis 24. September angestellten Beobachtungen folgende Zahlen:

Station.	21.			22.			23.			24.		
	7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h
Chaumont	83	74	65	71	61	81	66	54	58	—	58	54
Les Ponts	84	62	57	63	36	44	50	74	93	69	56	90
Le Sentier	91	66	97	61	46	56	53	—	50	71	65	80
Ste. Croix	83	68	57	50	48	53	55	46	59	—	60	80

In Chaumont und le Sentier herrschte der Südwest schon am 21. ziemlich ausgesprochen. Am Abend dieses Tages stellte er sich auch in les Ponts ein. Auf diesen Stationen verliert die Luft im Verlauf dieses Tages immer mehr von ihrem Feuchtigkeitsgehalt, ohne jedoch besonders trocken zu werden; auch am 22., wo der Wind zu Chaumont und Ste. Croix schon am Morgen sehr heftig wird, ist dies nicht der Fall; erst am 23. wird hier die Trockenheit eine grössere. Diese Anzeichen bestätigen also die schon früher hinsichtlich der Temperatur gemachten Beobachtungen und machen es wahrscheinlich, dass der Wind, der am 21. im Jura herrschte, weniger ein Föhn als vielmehr der gewöhnliche Südwest war, der erst später in der Nacht vom 21. zum 22.

und im Verlauf des 22. vom eigentlichen Föhn verdrängt wurde. Dieser letztere erst brachte nach dem Jura wie nach den übrigen Berggebieten der Schweiz eine wärmere und trocknere Luft. Unzweifelhaft jedoch ist es, dass während der ganzen Föhnperiode die Luft im Jura weniger trocken war als auf anderen gleich hoch gelegenen Stationen der Centralschweiz und hieraus darf man mit Recht den Schluss ziehen, dass während dieser ganzen Periode der Föhn im Jura mehr als anderswo von dem gewöhnlichen Südwest begleitet war.

Was nun die Vertheilung der Luftfeuchtigkeit in senkrechter Richtung betrifft, so war, wie sich schon aus der Vertheilung der Temperatur in demselben Sinne schliessen lässt, die Trockenheit der Luft auf den Höhen im Allgemeinen eine geringere als in den Thälern. Auf dem Simplon war die Luft am 22. und 23., als der Föhn im Norden der Alpen mit grosser Heftigkeit wüthete, ganz gesättigt oder nur wenig vom Sättigungspunkte entfernt. Dagegen liefern die in der Zeit vom 18. bis zum 21. September um 11 h am, 1 h, 3 h und 5 h pm hier angestellten Beobachtungen Zahlen, die fast sämmtlich in der Nähe von 50 % liegen, also eine nur zur Hälfte gesättigte Luft anzeigen. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass gerade an diesem Tage nicht ein eigentlicher Südföhn wehte, sondern vielmehr Nord, Nordost und Nordwest die hier vorherrschenden Winde waren. Man darf also diese geringere Feuchtigkeit keineswegs dem erst später beginnenden Föhn zuschreiben. Auch in Zermatt hat unser Föhn keineswegs den Charakter eines specifisch trockenen Windes. Deutlicher als im Gebiet der lepontinischen und penninischen Alpen tritt die durch den Föhn hervorgerufene Austrocknung der Luft in einigen weiter östlich gelegenen bündnerischen Bergstationen zu Tage, so in Zernetz, Remüs, Bevers und anderen. Am entschiedensten ist sie in Engelberg ausgesprochen, wo die vom 21. bis 25. angestellten Beobachtungen folgende Zahlen ergeben:

Stunde.	21.	22.	23.	24.	25.
7 h am	81	78	30	38	29
1 h pm	56	38	25	43	33
9 h pm	72	28	38	59	90

Die absolute Feuchtigkeit der Luft war auf vielen Stationen, besonders da, wo der Föhn sehr heftig auftrat, eine auffallend geringe. Die Beobachtungen, welche hierüber am trockenen und feuchten Thermometer auf vier Stationen angestellt wurden, ergaben folgende Zahlen:

Station.	22.			23.			24.			25.		
	7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h
Basel	86	31	75	89	59	86	93	70	85	—	—	—
Trogen	36	37	27	41	33	33	36	33	32	35	37	77
Glarus	95	42	39	37	31	36	38	32	32	50	42	73
Klosters	61	49	55	55	24	28	32	26	30	33	41	78

Die tägliche Schwankung der Luftfeuchtigkeit war also überall da sehr schwach, wo der Föhn gut entwickelt auftrat. Aus der obigen Tabelle ergibt sich, dass dieselbe in Trogen am 24. nicht mehr beträgt als 4, am 23. und 24. in Glarus 5 und 6, am 24. in Klosters 6. In Schwyz betrug am 23. die Schwankung 7, das tägliche Mittel 34. Die gleiche Höhe erreichte das Mittel an demselben Tage zu Rathhausen, während die Schwankung hier nur 3 betrug. In Valsainte war die Luftfeuchtigkeit um 11½ h am 44 %, am folgenden Tage um dieselbe Zeit 45 %. Diese wie auch die auf vielen anderen Stationen gemachten Beobachtungen von 7 h am und 9 h pm zeigen deutlich, dass der Föhn während der Nacht nahezu ebenso trocken war wie am Tage.

Interessant ist es, mit den oben ermittelten Ergebnissen den Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre in Gegenden zu vergleichen, die in grösseren Entfernungen von dem schweizerischen Föhngebiet sich befinden. Dufour hat auf Grund von Beobachtungen, die am trockenen und feuchten Thermometer angestellt wurden, den Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre für eine Anzahl solcher Stationen berechnet und stellt in seinen Untersuchungen die gefundenen täglichen Mittel in folgender Tabelle zusammen.

Station.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.
Utrecht	86	79	85	94	94	91	84	86	89
Zittau	81	78	72	77	68	63	68	61	57
Strassburg	75	80	74	71	76	75	87	78	—
Besançon	81	84	74	54	77	89	82	83	—
Stuttgart	87	73	67	73	69	66	68	69	62
Freudenstadt	—	69	74	55	50	65	84	67	68
Schopfloch	80	69	71	64	39	53	63	—	85
Mergentheim	89	84	78	73	67	77	81	86	87
Wien	87	73	67	73	69	66	68	69	62
Linz	92	87	89	83	78	61	67	80	69
Innsbruck	89	82	83	64	56	45	58	79	78
Klagenfurt	95	86	71	85	79	81	85	89	78
Laibach	91	87	86	88	88	86	87	87	81
Mendrisio	70	66	65	78	74	80	83	84	67
Lugano	71	75	77	86	72	74	91	88	83
Mondovi	51	42	52	64	77	93	90	86	—
Florenz	64	60	57	59	64	63	—	—	—
Mailand	64	57	58	56	63	58	64	—	—
Ancona	74	72	68	70	70	78	—	—	—
Rom	68	58	59	74	68	64	—	—	—
Neapel	66	76	63	74	74	73	64	58	—
Camerino { 9 h	81	90	59	54	57	62	71	92	—
{ 3 h	76	83	55	33	38	31	50	97	—
Palma { 2 h	72	70	79	74	77	78	—	—	—
(Mallorca) { 3 h	88	66	68	80	78	83	—	—	—
Marseille	81	57	65	72	63	65	74	76	61
Lissabon	44	49	65	67	84	83	63	81	83

Aus dieser vergleichenden Zusammenstellung ergibt sich, dass auf mehreren württembergischen Stationen die Tage vom 22. bis 24. September im Allgemeinen trockener waren als die vorausgehenden und nachfolgenden. Zu Schopfloch, Freudenstadt und Stuttgart ist diese Trockenheit am 23. und 24. sogar eine ziemlich ausgesprochene. Innerhalb des österreichischen Beobachtungsnetzes weist Innsbruck in der Zeit vom 22. bis 25. gleichfalls eine grössere Trockenheit auf. Weniger deutlich tritt dieselbe zu Linz und Wien hervor. Dijon und Besançon haben am 22. eine geringere relative Feuchtigkeit als unmittelbar vor und nach diesem Tage; in Strassburg dagegen ist eine erhebliche Differenz nicht

wahrnehmbar. Im Nordwesten Europas blieb nach den zu Utrecht, Gröningen und Greenwich angestellten Beobachtungen die Luft während unserer ganzen Föhnperiode feucht; in Brüssel regnete es sogar in der Zeit vom 19. bis 25. September täglich. Aus der Gesammtheit dieser Beobachtungen ergibt sich also, dass im mittleren und westlichen Europa die Luft nirgends jenen hohen Grad von Austrocknung erreicht hat, den sie am 23. und 24. in den Nordthälern des schweizerischen Alpengebiets aufwies. Indessen ist es doch sehr wahrscheinlich, dass dieselbe Ursache, die in den Thälern der Alpen und auf dem schweizerischen Hochplateau so stark austrocknend gewirkt hat, ihren Einfluss auch in nördlicher, östlicher und westlicher Richtung über einen beträchtlichen Theil des europäischen Festlandes ausgedehnt hat. Unverkennbar wenigstens macht sich dieser Einfluss geltend im südlichen Deutschland, namentlich auf den württembergischen Stationen, ebenso in Deutschtirol, vielleicht auch noch in einiger Entfernung westlich vom Jura.

Unmittelbar am Südfuss der Alpenkette war die Luft während der ganzen in Rede stehenden Föhnperiode entschieden feuchter als an ihrem Nordabhange. Das ganze italienische Beobachtungsnetz weist in dieser Zeit eine grössere relative Feuchtigkeit auf als die schweizerischen Stationen mit gewissen Modificationen, die von der grösseren oder der geringeren Entfernung der betreffenden Station vom Meere abhängen. Die bedeutendste Austrocknung der Luft finden wir in der Zeit vom 22. bis 24. zu Camerino, jener hoch gelegenen Station, die, wie schon früher gezeigt wurde, auch in Bezug auf die Temperatur eine Aenderung aufzuweisen hatte, die der in der Schweiz beobachteten ziemlich ähnlich war. Auf der iberischen Halbinsel hatte Lissabon am 18. und 19. September eine für eine Seestation auffallend trockene Luft; vom 20. ab wurde dieselbe jedoch auffallend feuchter und blieb es während der ganzen Dauer der Föhnperiode. Zu Palma auf Mallorca weisen die Beobachtungen eine entschieden grössere Feuchtigkeit nach als sie die Luft in den Nordthälern der Alpen besass. Auch in Marseille waren die Ost- und Südsüdostwinde, die vom 22. bis 24. September hier wehten, weit weniger trocken als der in der Schweiz regierende Föhn.

Fassen wir nunmehr die im Vorstehenden gewonnenen Resul-

tate zusammen, so ergibt sich, dass während der Föhnperiode vom 23. September 1866 wie auch während der ihr vorangehenden Tage die Luft weder im nördlichen und westlichen, noch im südlichen und südwestlichen Europa eine gleiche Trockenheit besass, wie dies im Norden der schweizer und tiroler Alpen bis ins südliche Deutschland hinein der Fall war. Wollte man also annehmen, dass die vom Föhn herbeigeführte Luft dem Süden und Südwesten Europas entstammt, so könnte man die auffallende Trockenheit, welche sie in den Nordthälern der Alpen zeigte, nur dadurch erklären, dass sie beim Ueberschreiten der Alpenkämme den grössten Theil ihrer Feuchtigkeit in Gestalt reichlicher Niederschläge abgegeben habe. Diese Annahme wird jedoch durch die vorliegenden Beobachtungen in keiner Weise unterstützt. Es ergibt sich vielmehr aus denselben, dass wässerige Niederschläge durchaus nicht überall da, wo der Föhn auftrat, sondern nur vereinzelt Statt fanden. Auch traten dieselben nicht, wie man erwarten müsste, wenn obige Erklärung zutreffend wäre, vor und mit Beginn der Föhnperiode, sondern erst gegen das Ende derselben ein.

Höchst interessant ist auch in Bezug auf die den Föhn begleitenden Feuchtigkeiterscheinungen, was Hann in seiner schon mehrfach citirten Schrift *über den Föhn in Bludenz* mittheilt. Um zu ermitteln, unter welchen meteorologischen Verhältnissen grössere Lufttrockenheit in Bludenz überhaupt eintritt, sucht der genannte Meteorologe alle diejenigen Fälle auf, in welchen die relative Feuchtigkeit unter 35 % gesunken ist, und notirt zugleich die dabei herrschende Temperatur und Windrichtung. Er gelangt auf diesem Wege zu Resultaten, die in nachfolgender Tabelle zusammengestellt sind ¹⁾.

¹⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz, p. 2 u. 3.

Verhältnisse, unter denen in Bludenz die Minima der Feuchtigkeit eintraten bei Annahme von 35 % als obere Grenze der Minima.

Zeit.	Zahl der Fälle in 10 Jahren.			Mittlere relative Feuchtigkeit.			Mittlere Tempe- ratur.		
	6 h am	2 h pm	10 h pm	6 h am	2 h pm	10 h pm	6 h am	2 h pm	10 h pm
Winter	20	53	24	25	26	26	11,2	12,1	10,3
Frühling	14	132	20	29	27	26	11,1	19,1	15,0
Sommer	3	41	3	30	32	34	23,2	27,9	25,3
Herbst	24	48	22	29	27	28	15,8	18,6	16,0
Jahr	61	274	69	28	28	28	15,3	19,4	16,7

Häufigkeit der Winde bei diesen Fällen.

Zeit.		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Summe.
Winter	6 h	0	0	1	18	1	0	0	0	20
	2 h	3	0	2	36	3	2	7	0	53
	10 h	0	0	2	19	2	0	1	0	24
Frühling	6 h	0	0	0	14	0	0	0	0	14
	2 h	5	1	2	47	9	6	19	43	132
	10 h	0	0	0	18	1	0	0	1	20
Sommer	6 h	0	0	0	3	0	0	0	0	3
	2 h	0	0	0	5	0	3	9	24	41
	10 h	0	0	0	3	0	0	0	0	3
Herbst	6 h	0	0	0	23	1	0	0	0	24
	2 h	1	1	1	38	1	0	1	5	48
	10 h	0	1	0	20	1	0	0	0	22

Dass auch hier wie auf den schweizerischen Föhnstationen geringe relative Feuchtigkeit stets gleichzeitig mit erhöhter Temperatur auftritt, kann nicht auffallen, da ja diese beiden meteorologischen Elemente im engsten Zusammenhange mit einander stehen. Beachtenswerther ist das verhältnissmässig häufige Auftreten grosser Trockenheit im Herbst und Winter ganz im Gegensatz zu dem, was die auf den Flachlandstationen gemachten

Beobachtungen ergeben. Besonders fällt hier auf eine ganz ausserordentliche Abhängigkeit der Trockenheit von der Windrichtung. Im Herbst und Winter tritt dieselbe nur bei Südostwind ein und wenn man nur die Morgen- und Abendbeobachtungen berücksichtigt, so gilt das Gleiche auch vom Frühling und Sommer. Dass bei der Nachmittagsbeobachtung um 2 h im Frühling und Sommer auch die West- und Nordwestwinde an der Trockenheit Theil nehmen, ist jedenfalls darauf zurückzuführen, dass grössere Trockenheit auch bei warmem Wetter in Bludenz wie überhaupt auf allen österreichischen Stationen in den Nachmittagsstunden der wärmeren Jahreszeiten eintritt und dass der West und Nordwest in Bludenz der aufsteigende Thalwind ist, der in Gebirgsgegenden bei ruhigem warmem Wetter des Nachmittags regelmässig weht. Der Südost dagegen kommt vom Gebirge herab aus dem Hintergrund des Thales. Er ist ein absteigender Wind, aber als trockener Wind nicht der locale Nachtwind, wie schon seine grössere Häufigkeit in den Nachmittagsstunden beweist.

Nur der Südostwind bringt das ganze Jahr hindurch in den Morgen- und Abendstunden grössere Lufttrockenheit, im Herbst und Winter aber ganz ausschliesslich. Die mittlere Temperatur und Häufigkeit der trockenen Südostwinde im Mittel von 6 h am und 10 h pm ist

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Mittlere Temperatur	10,8 °	13,0 °	24,2 °	15,9 °
Abweichung vom Normale	13,0 °	8,9 °	(10,0 °)	9,0 °
Häufigkeit	44	34	6	46

Im Winter und Herbst ist für Bludenz die Gesamtzahl der trockenen Südostwinde 191 in 10 Jahren, die mittlere Temperatur 14,0 ° mit einer mittleren relativen Feuchtigkeit von 27 % und einer Abweichung derselben von — 48 %. Es kommen also in Bludenz den Südostwinden die Eigenschaften des Föhns, hohe Wärme und grosse Trockenheit, in ganz ausserordentlichem Masse

zu. Dieselben haben hier nicht bloß in besonderen Fällen, sondern durchschnittlich die Eigenschaften des Föhns. Wie stark die Austrocknung der Luft ist, mit welcher der Föhn auch in Bludenz auftritt, ergibt sich aus den nachstehenden beiden Tabellen, von denen die erste die relative Feuchtigkeit der Luft zu Bludenz für eine Reihe von Föhntagen zur Darstellung bringt, die dem Herbst und Frühling angehören, während die zweite eine vergleichende Uebersicht der Feuchtigkeitsverhältnisse giebt, wie sie an 20 Wintertagen, an welchen zu Bludenz der Föhn wehte, zu Stuttgart, Bludenz und Mailand beobachtet wurden ¹⁾.

Relative Feuchtigkeit der Luft zu Bludenz an 17 Frühlings-
und Herbstföhntagen.

Jahr.	Monat.	Tag.	Relative Feuchtigkeit.		
			6 h am	2 h pm	10 h pm
1857	November	24	—	26	32
"	"	25	27	25	—
1865	October	18	—	27	28
"	"	19	25	—	—
1867	November	15	34	—	31
"	"	16	34	35	28
1870	"	24	—	12	12
"	"	25	13	10	—
1872	October	18 19	34	31	25
1867	März	23	—	26	21
"	"	24	20	28	—
"	Mai	11	—	17	31
"	"	12	33	24	25
1871	März	6	20	9	14
"	"	7	33	27	—
1872	"	7	20	19	19
"	"	8	26	21	30
Mittel für 6 Föhntage im November			27	22	26
"	"	"	24	22	21

¹⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz, p. 6—9.

Relative Feuchtigkeit an 20 Wintertagen zu Stuttgart, Bludenz und Mailand.

Jahr.	Monat.	Tag.	Stuttgart 269 m			Bludenz 590 m			Mailand 147,1 m		
			7 h	2 h	9 h	6 h	2 h	10 h	6 h	3 h	9 h
1856	December	10	82	72	83	27	13	30	Wolken	und	Regen
1867	Februar	15	87	85	91	46	20	27	93	77	89
"	"	16	70	77	73	26	21	26	97	85	90
1868	December	29/30	84	60	71	45	13	19	97	96	96
1869	Januar	31	90	47	67	6	11	24	97	88	99
"	Februar	1	90	48	—	20	14	—	96	99	—
"	"	19	100	49	100	29	21	25	98	87	95
1872	Januar	22	—	79	77	—	25	34	—	98	99
"	"	23	77	74	79	28	23	25	98	97	98
"	"	24	73	83	—	22	23	—	99	96	—
"	December	24/25	90	84	100	29	26	32	99	96	98
1873	Januar	19	—	86	78	—	24	27	—	99	99
"	"	20	72	78	—	27	28	—	99	92	—
1865	December	4	78	79	91	35	22	40	93	94	96
1866	Februar	27/28	80	86	62	21	23	27	96	79	92
1871	Januar	16/17	100	79	89	24	34	25	98	94	94
1872	"	19/20	88	73	82	25	27	29	98	99	98
"	December	10	68	64	70	71	33	24	98	99	97
1866	Januar	1	85	75	—	19	21	—	98	94	—
1873	Februar	26	91	60	—	24	23	—	86	93	—
Mittel		20	84	72	81	29	22	28	96	93	96

Obzwar die in obiger Tabelle zusammengestellten Beobachtungen nicht alle zu denselben Stunden gemacht wurden, so sind doch die sie trennenden Zeiträume so unbedeutend, dass sie zu vergleichender Betrachtung noch recht wohl sich eignen. In vollkommener Uebereinstimmung mit den früher schon bei Untersuchung schweizerischer Föhnphänomene gewonnenen Resultaten ergibt sich aus ihnen der stark vermindernde Einfluss, welchen der Föhn auf die Feuchtigkeit der Luft ausübt.

Während zu Stuttgart auf der Nordseite der Alpen die Feuchtigkeit der Luft in den zwanzig Beobachtungstagen selten und immer nur sehr unbedeutend unter 50 % herabsank, dagegen mehr als einmal 100 % erreichte und zu Mailand am Südfuss des wetterscheidenden Gebirgswalles die Luft fast beständig der Sättigung nahe war, so dass die Mittel aus den zwanzig Wintertagen für die drei Beobachtungsstunden die Zahlen 96, 93 und 96 ergeben, vermindert die austrocknende Einwirkung des Föhns die relative Feuchtigkeit zu Bludenz der Art, dass sie hier während der ganzen zwanzigtägigen Beobachtungsperiode nicht *ein* mal über 50 % sich erhebt, dagegen wiederholt bis zu Minimalwerthen von 14, 13, ja 11 % herabsinkt und selbst die zwanzigtägigen Mittel nur Zahlen wie 29, 22 und 28 aufzuweisen haben.

Was im Vorstehenden vom echten oder Südföhn nachgewiesen worden ist, das gilt im Allgemeinen auch vom Nordföhn hinsichtlich der Feuchtigkeitserscheinungen. Schon unter Luftwärme wurde gezeigt, wie der Nordföhn eine Wärmevertheilung zu beiden Seiten des Alpengebirges hervorruft, die als Umkehrung der den echten oder Südföhn charakterisirenden Vertheilung der Temperatur bezeichnet werden kann. Hand in Hand gehend mit dieser Umkehrung der horizontalen Wärmevertheilung und ohne Zweifel mit ihr im engsten ursächlichen Zusammenhang stehend macht sich bei wehendem Nordföhn jedesmal auch eine ganz entsprechende Umkehrung der Feuchtigkeitserscheinungen geltend und es wird die Südseite der Alpen, die beim echten Föhn als Luvseite anzusehen und im Allgemeinen die kältere und feuchtere war, bei wehendem Nordföhn zur Leeseite, auf welcher mit steigender Erwärmung der Luft auch eine vermehrte Austrocknung derselben sich fühlbar macht, während die Nordseite, die bei Südföhn als Leeseite die stärkere Erwärmung und Austrocknung erfuhr, nun-

mehr zur Luvseite geworden ist und somit die kältere und feuchtere bleibt.

Um diese Thatsache durch Zahlen zu belegen, müssen wir noch einmal auf dieselben Fälle zurückkommen, die bereits unter Luftwärme nach ihren dahin gehörigen Begleiterscheinungen besprochen wurden. Es sind dies die drei merkwürdigen Stürme vom 31. Januar bis 2. Februar 1862 sowie vom 3. bis 4. und 12. bis 14. December 1863, welche Dürer zu Villa Carlotta beobachtet und in seinen *osservazioni meteorologiche* nach ihren meteorologischen Eigenthümlichkeiten eingehender charakterisirt hat. Dieser Charakteristik entnehmen wir hier nur diejenigen Zahlen, welche die relative Feuchtigkeit der Luft zum Ausdruck bringen, und stellen dieselben nebst der Windrichtung in den folgenden drei Tabellen zu vergleichender Uebersicht zusammen.

1. Nordföhn vom 31. Januar bis 2. Februar 1862 ¹⁾.

Tag	Stunde	Villa Carlotta 223 m		Mailand 147,1 m	
		Relative Feuchtigkeit.	Windrichtung	Relative Feuchtigkeit.	Windrichtung
31. Januar	6	69,20	NE		SSW
	8	75,00			
	9	66,25	NNE	85,35	E
	10 ^{3/4}	69,12			
	12	63,47	NE	82,20	ESE
	1	60,26			
	2	57,36	SW		
	3	55,86	NE	82,61	E
	4 ^{1/2}	65,13			
	6	59,37			
	10	26,39	NNE		
1. Februar	6	60,44	NE		NE
	9	68,11	NE	93,52	NW
	12	59,10	N	93,13	WNW
	2	49,81	NNE		
	2 ^{3/4}	12,26			

¹⁾ Dürer, l. c., Tav. V.

Tag	Stunde	Villa Carlotta 223 m		Mailand 147,1 m	
		Relative Feuchtigk.	Windrichtung	Relative Feuchtigk.	Windrichtung
1. Februar	3	15,78	NW	94,37	NNE
	3 1/2	13,27			
	4	27,58			
	5	18,32			
	6	18,70			
	7 1/2	39,79			
	10	55,76	NNE		
2. Februar	6	24,62	NNE		E
	8 1/2	24,48			
	9	31,17	NE	93,98	NE
	10	29,04			
	12	45,02	NNE	96,58	ENE
	2	63,37	NNE		
	3	63,81	NW	95,94	NE
	6	80,92			
	10	89,51			
3. Februar	6	88,13	NW		S
	9	81,06	S	98,50	SW

2. Nordföhn vom 4. December 1863 ¹⁾.

Tag	Stunde	Villa Carlotta 223 m		Mailand 147,1 m		Lugano 275 m		Faido 722 m		Altorf 454 m	
		Relat. Feucht.	Windrichtung	Relat. Feucht.	Windrichtung	Relat. Feucht.	Windrichtung	Relat. Feucht.	Windrichtung	Relat. Feucht.	Windrichtung
4. December.	6	15,9	NE ₆	58,2	NW						
	7	15,9	NE ₇			37	N ₆	90	N ₂	98	N ₆
	9	21,3	NE ₆	52,0	NW ₄						
	12	21,8	NE ₇	44,2	NW ₃						
	1	29,2	NE ₇			42	NE ₆	70	N ₂	52	N ₆
	2	26,1	N ₆								
	3	22,4	NE ₆	45,4	NW ₂						
	9	23,3	NE ₄	48,6	NNW	24	NE ₄	60	N ₂	80	N
	10	22,8	NE ₆								

¹⁾ Dürer, l. c., Tav. IV a.

3. Nordföhn vom 12. bis 14. December 1863 ¹⁾.

Tag	Stunde	Villa Carlotta 223 m		Mailand 147,1 m		Lugano 275 m		Faido 722 m		Altorf 454 m	
		Feuch- tigkeit	Wind- richtung	Feuch- tigkeit	Wind- richtung	Feuch- tigkeit	Wind- richtung	Feuch- tigkeit	Wind- richtung	Feuch- tigkeit	Wind- richtung
12. December.	6	56,4	N	78,9	WSW						
	7	55,5	N			64	NW ₃	64	NW ₄	96	NW
	9	37,1	N ₃	81,6	WSW						
	12	47,9	NE ₂	84,4	W						
	1	47,8	NE ₁			27	NW ₆	35	NW ₅	92	NW
	2	46,9	N ₂								
	3	52,2	NE ₁	84,2	SW						
	6	51,2	N	87,5	E						
	9	63,9	N	90,6	NE	37	NW ₃	38	NW ₃	96	NW
	10	71,0	N								
13. December.	6	25,8	N ₄	82,3	W						
	7					23	NE ₄	33	NW ₄	100	NW
	9	24,2	NE ₄	86,2	W						
	12	26,3	NE ₅	73,6	WNW						
	1	20,9	N ₆			12	NE ₆	26	NW ₅	85	NW
	2	18,3	NE ₅								
	3	17,6	N ₅	72,2	NNE						
	6	13,6	NE ₆	74,7	NW						
	9	21,1	NE ₃	69,2	NW	27	N ₄	47	NW	97	NE
	10	23,4	NE ₂								
14. December.	6	47,1	N ₁	90,3	NNE						
	7					69	NW	36	N ₄	92	NW
	9	53,4	N	87,9	WNW						
	12	41,2	S	88,5	SSW						
	1	28,0	N ₂			26	NE ₃	30	N ₅	75	NW
	3	24,1	N ₃	85,9	SW						
	6	25,3	NE ₄	93,3	E						
	9	31,2	N ₂	92,5	E	28	NE ₂	38	N ₅	100	
	10	28,8	NE ₁								

¹⁾ Dürer, l. c., Tav. IV ^a & ^b.

Vergleichen wir diese die relative Feuchtigkeit ausdrückenden Zahlen mit den unter Luftwärme zusammengestellten Beobachtungen, so sehen wir in Bezug auf den ersten Fall, wie im Verlauf des 31. Januar 1862 die relative Feuchtigkeit der Luft ziemlich stetig in demselben Masse sich vermindert, in welchem ihre Wärme sich steigert, bis diese letztere um 10 h pm mit $17,7^{\circ}$ ihr Maximum erreicht, während die erstere gleichzeitig auf ein Minimum von $26,39\%$ herabsinkt. Noch auffallender wird diese mit der Erhöhung der Temperatur Hand in Hand gehende Verminderung der Luftfeuchtigkeit am folgenden Tage, an welchem die Temperatur um $23\frac{3}{4}$, $31\frac{1}{2}$, 3 und 5 h pm auf Maxima von $21,7$, $21,6$, $22,1$ und $22,0^{\circ}$ sich erhebt, während zu denselben Zeiten die Feuchtigkeit bis zu Minimis von $12,26$, $15,78$, $13,27$ und $18,32\%$ herabgemindert wird. Vom Nachmittag des 2. Februar ab beginnt die Feuchtigkeit gleichzeitig mit dem Nachlassen des austrocknenden Windes rasch sich zu vermehren, während die Wärme mit derselben Stetigkeit sich vermindert, so dass am folgenden Tage, an welchem der Nord in Süd umschlägt, sowohl Feuchtigkeit wie auch Wärme der Luft ihre für die Jahreszeit normalen Grade wieder erreicht haben.

Ganz den eben besprochenen analog gestalten sich die Erscheinungen, welche die beiden anderen Fälle charakterisiren. Schon um 6 h am des 4. December ist zu Villa Carlotta bei einer Temperatur von $8,5^{\circ}$ die Feuchtigkeit der Luft bis zu $15,9\%$ ihrer Sättigung herabgesunken und hält sich bei steigender Temperatur den ganzen Tag zwischen 20 und 30% . Das nahe gelegene Lugano scheint noch einigermassen, wenn auch in geringerem Grade, an dieser Erwärmung und Austrocknung der Luft durch den Nordwind Theil zu nehmen, während zu Faido am Südfuss wie auch zu Altorf am Nordhang des Gotthard das Thermometer niedrige Temperatur, das Hygrometer hochgradige Feuchtigkeit der Luft anzeigt.

Noch ausgeprägter als im zweiten treten die den Föhn charakterisirenden Erscheinungen im dritten Falle hervor, der die Zeit vom 12. bis 14. December umfasst, insofern während dieser Periode nicht nur zu Villa Carlotta die Temperatur auf Maxima von $16,0$, $19,4$ und $19,0^{\circ}$ gesteigert, die Feuchtigkeit dagegen bis zu Minimis von $37,1$, $13,6$ und $24,1\%$ herabgemindert wird,

sondern ausser Lugano, welches bei Maximaltemperaturen von 21,₆, 19,₈ und 19,₄ ° entsprechende Feuchtigkeitsminima von 27, 12 und 26 % aufzuweisen hat, diesmal auch das weiter oben am Südhang des Gotthard gelegene Faido mit Wärmemaximis von 15,₇, 12,₇ und 12,₉ ° und Feuchtigkeitsminimis von 35, 26 und 30 % an der Erwärmung und Austrocknung der Luft Theil nimmt, welche der Nordföhn am leeseitigen Südhang der Alpen hervorruft, während zu Altorf am luvseitigen Nordhang des Gebirges die Temperatur der Luft unausgesetzt eine niedrige bleibt, ihre Feuchtigkeit dagegen eine sehr hochgradige ist und zweimal sogar bis zur Sättigung sich steigert.

Als sehr beachtenswerth ist endlich noch hervorzuheben, dass, wie beim echten oder Südföhn, so auch in diesen drei Fällen von Nordföhn die Austrocknung der Luft ganz ebenso wie ihre Erwärmung auf die unmittelbar am Fuss des Gebirges belegenen Stationen beschränkt bleibt, während weiter entfernte Orte wie Mailand von dieser Austrocknung und der sie erzeugenden Erwärmung der Luft wenig oder gar nicht mehr berührt werden ¹⁾).

Nachdem wir nunmehr an zahlreichen Beispielen nachgewiesen haben, dass der Föhn überall da, wo er gut entwickelt auftritt, die Luft stark austrocknet und zwar in der Weise, dass diese Austrocknung übereinstimmend mit den Befunden, die sich in Bezug auf die senkrechte Vertheilung der Wärme ergaben, von der Höhe nach der Tiefe zu allmähig zunimmt, wollen wir versuchen, die Ursachen dieser Austrocknung zu ermitteln. Dass jene ausserordentliche Trockenheit eine dem Föhn ursprünglich anhaftende Eigenthümlichkeit sei, die er von jenseits der Alpen mit nach der Nordseite dieses Gebirges herüberbringe, hat sich nicht nachweisen lassen, insofern es mehr als zweifelhaft, ja sogar unwahrscheinlich geworden ist, dass alle jene warmen und trockenen Luftströme, welche in den Nordthälern der Alpen mit dem Namen Föhn belegt werden, von jenseits dieses Gebirges herüberkommen. Ebensowenig lässt sich die starke Austrocknung der Luft, die der Föhn bewirkt, lediglich dadurch erklären, dass

¹⁾ Hann, der Scirocco der Südalpen; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met. III, p. 561.

er sich auf den Kämmen der Hochalpen des grössten Theiles seiner Feuchtigkeit entledige, um dann als relativ trockener Wind in die Nordthäler der Alpen hinabzusinken, da ja, wie im dritten Abschnitt dieses Capitels noch genauer nachgewiesen werden soll, die atmosphärischen Niederschläge, von denen der Föhn allerdings zuweilen begleitet ist, fast immer erst gegen Ende oder nach Abschluss der betreffenden Föhnperiode eintreten.

Es muss also nach einem anderen Erklärungsgrunde für unser Problem gesucht werden. Derselbe ist nach der Ansicht der meisten neueren Meteorologen in nichts anderem zu finden als in dem Vorgange, der auch die bedeutende Steigerung der Luftwärme erklären soll, nämlich in der ungemein raschen Abwärtsbewegung, welche die Föhnluft zu vollziehen hat, indem sie sich von der Höhe der Alpenkämme in die von ihrem Fuss sich niedersenkenden Gebirgsthäler hinabstürzt.

So kommt z. B. die Luft, die sich bei Föhn in das walliser Entremontthal hinabstürzt, aus einer Höhe, welche der der mächtigen Bergmassivs gleich ist, welche den Hintergrund dieses Thales umgeben, d. h. mindestens 2500 bis 3000 m ¹⁾. Der Föhnstrom, der das glarner Linththal von Süd nach Nord durchzieht, hat die Kämme und Gipfel des Tödimassivs zu passiren, muss also gleichfalls aus Höhen von mindestens 2500 m herabsinken. Ganz dasselbe ist der Fall bei dem das erner Reussthal durchziehenden Föhnstrom. Wenn die Luft auf dem St. Gotthard 4,5 ° warm und mit Wasserdampf gesättigt ist, wie dies am 23. September 1866 der Fall war, so enthält sie im Cubikmeter 7,1 Gramm Wasser. Erwärmt sie sich beim Niedersinken nach Altorf auf 23,6 °, so steigt ihre Capacität für Wasserdampf auf 20,7 Gramm per Cubikmeter; sie enthält demnach nur 34 % der Wassermenge, die sie enthalten könnte. Berücksichtigt man nun noch die gleichzeitig eintretende Verminderung des Volumens, so erhält man eine relative Feuchtigkeit von 38 %. Thatsächlich wurden nun aber 46 % in Altorf beobachtet. Dieses Mehr von 8 % lässt sich dadurch erklären, dass Wassertheilchen mechanisch mit herübergerissen und in der beim Niedersinken sich erwärmenden Luft

¹⁾ Dufour, l. c., p. 56—57.

wieder aufgelöst wurden. Beim Föhn vom 18. Januar 1868 beträgt die relative Feuchtigkeit in Altorf 36 %, während aus der Berechnung 38 % sich ergeben würden. Wenn in diesem Falle der thatsächlich beobachtete Befund eine noch geringere Feuchtigkeit aufweist als dieselbe nach der Theorie sein müsste, so liegt hierfür die Ursache offenbar darin, dass die Rechnung die auf dem Gotthard befindliche Luft als gesättigt annimmt, was indessen aus den meteorologischen Beobachtungstabellen durchaus nicht mit Sicherheit hervorgeht und möglicher Weise auch gar nicht der Fall war ¹⁾.

Da die Luft beim Wehen des Föhns mit grosser Schnelligkeit sich bewegt, so ist es mehr als wahrscheinlich, dass dieselbe am Grunde der Thäler mit einer Wasserdampfmenge ankommt, die entweder ganz gleich oder nur um ein Geringes grösser ist als die Dampfmenge, die sie in den oberen Regionen enthielt. Indem der Wasserdampf mit dem Winde aus den oberen Luftschichten herabsteigt, kann er nur durch Ausdünstung des Bodens, über welchen der Wind hinstreicht, oder durch Vermischung der Föhnluft mit der Luft der tieferen feuchteren Schichten sich vermehren. Zieht man nun aber die ausserordentlich rasche Bewegung der Luft sowie die Gestalt des Bodens, über welchen sie hinstreicht, in Erwägung, so wird man es begreiflich finden, dass der erstere Factor nur in äusserst beschränktem Masse in Kraft treten kann. Auch der zweite kann, je länger der Föhn weht, desto geringeren Einfluss auf die Vermehrung des Wasserdampfes ausüben, da ja die etwa am Boden ruhenden feuchten Luftschichten sehr bald von der Gewalt des herabstürzenden Föhns mit hinweggerissen werden müssen.

Es lässt sich sonach wenigstens mit annähernder Sicherheit der Grad der Feuchtigkeit berechnen, den die Luft am Grunde der nördlichen Alpenthäler bei Föhnwind haben muss. In einem früheren Abschnitte haben wir bereits gesehen, wie die Wärme der Luft mit zunehmender Höhe abnimmt. Diese Abnahme ist aber, wie gleichfalls bereits nachgewiesen wurde, auf den unmittelbar am Nordfuss der hohen Centralmassivs gelegenen Stationen

¹⁾ Wettstein, l. c., p 356.

eine raschere als auf denjenigen Beobachtungsposten, die in grösserer Entfernung von diesen Centralstöcken des Alpengebirges mehr im Herzen der Schweiz sich befinden. Nehmen wir nun an, eine Station A liege im Norden der Alpen in einer Seehöhe von 500 m und die Luft, welche ihr vom Föhn zugeführt wird, habe eine Bergkette oder einen Pass von 2500 m zu überschreiten. Gesetzt die Temperatur des Ortes A sei 23° , so ergibt sich, dass dieselbe in einer Höhe von 2500 m nur $5,0^{\circ}$ oder $7,6^{\circ}$ betragen würde, je nachdem man die für die hohen Stationen der südlichen Centralketten, oder die für die weiter nordwärts gelegenen Stationen der inneren Schweiz ermittelte Wärmeabnahme als Norm annimmt. Wenn bei 2500 m die Luft gesättigt ist, so wird die Spannung des Dampfes 6,5 mm oder 7,8 mm betragen, je nachdem man die eine oder die andere der beiden obigen Temperaturen zu Grunde legt. Nehmen wir den Mittelwerth und setzen wir den Fall, die Luft enthalte in einer Höhe von 2500 m Wasserdampf von 7,0 mm Spannung. Indem nun diese Luft aus einer Höhe von 500 m herabsteigt, steigert sich ihre Dichtigkeit und ihre Temperatur und zwar ändert sich ihre Dichtigkeit im Verhältniss von 1 zu 1,28. Der Wasserdampf, der in 1,28 cbm enthalten war, wird also in A auf 1 cbm comprimirt sein. Berücksichtigt man nun diese Vermehrung des Druckes und die Thatsache, dass die Temperatur der Station A 23° beträgt, so findet man leicht, dass der Feuchtigkeitsgehalt der Luft in A 0,43 betragen muss. Die Beobachtungen ergeben jedoch auf vielen Stationen noch geringere Feuchtigkeitsgrade bei Temperaturen von 20 bis 25° , wie dies z. B. beim Föhn vom 23. September 1866 in Glarus, Zug, Sargans und an anderen Orten der Fall war. Wenn also die Luft, die dort beobachtet wurde, Einflüssen ausgesetzt war, wie sie die oben aufgestellte Hypothese annimmt, so musste sie entweder aus Höhen herabkommen, welche 2500 m übersteigen, oder in den oberen Regionen nicht vollkommen gesättigt sein. Nun ist es ja auch allgemein bekannt, dass die centralen Kämme der Alpen an mehreren Stellen die Höhe von 2500 m nicht unbeträchtlich übersteigen, und es ist sonach mehr als wahrscheinlich, dass die Föhnluft vielfach aus noch grösserer Höhe als 2500 m herabkommt. Nehmen wir z. B. an, die Föhnluft komme aus einer Höhe von 3000 m mit einer Temperatur von $3,0^{\circ}$, so findet man

bei Anwendung des gleichen Rechnungsverfahrens wie oben, dass die Luft der Station A nur eine Feuchtigkeit von 0,38 haben kann, selbst wenn sie in der Höhe gesättigt war ¹⁾.

Hieraus ergibt sich ganz allgemein, dass jeder Luftstrom, welcher die Kette der Alpen in bedeutender Höhe überschritten hat, mag sonst sein Ursprung sein, welcher er will, bei seiner Ankunft am Nordfuss des Gebirges wenig Wasserdampf enthalten wird, wofern er nicht unterwegs solchen aufnimmt. Die Trockenheit, mit welcher der Föhn in der Tiefe auftritt, ist also nichts anderes als die nothwendige Folge seiner Richtung, da er in die Nordthäler der Alpen Luftmassen herabbringt, die in sehr kurzer Zeit aus sehr bedeutender Höhe der Atmosphäre in die Tiefe gelangen und wegen der niederen Temperatur, die in jenen oberen Regionen der Atmosphäre herrscht, nur eine geringe Menge Wasserdampf mit sich führen können. Wenn demnach die Föhnluft die höheren Regionen der Atmosphäre nur passirte, also aus tieferen weiter südlich gelegenen Schichten herüberkäme, so müsste sie entweder ursprünglich schon eine grosse Trockenheit besitzen oder sich ihrer Feuchtigkeit durch reichliche Regengüsse entledigt haben, bevor sie als trockener Wind im Norden der Alpen anlangen kann. Lässt sich nun aber nachweisen, dass in vielen Fällen weder das eine noch das andere der Fall war, so werden wir mit Nothwendigkeit zu der Annahme geführt, dass in allen diesen Fällen die warme Föhnluft überhaupt zunächst nicht von jenseits der Alpen herüberkommt, sondern lediglich durch Aspiration gegen ein weiter nördlich oder nordwestlich gelegenes Centrum schwachen Luftdrucks aus der Höhe herabgezogen wird, eine Annahme, auf deren Richtigkeit auch die weiter oben schon besprochenen Erscheinungen mit grosser Uebereinstimmung hindeuten.

3. Niederschläge.

Nachdem wir im Vorstehenden die den Föhn begleitenden Verdunstungs- und Feuchtigkeiterscheinungen untersucht haben, wenden wir uns nunmehr im Folgenden den ihn begleitenden

¹⁾ Dufour, l. c., p. 57.

Niederschlagserscheinungen zu und suchen zu ermitteln, wie unser Wind diejenigen meteorologischen Vorgänge beeinflusst, durch welche dem Erdboden die ihm entzogene Feuchtigkeit unter verschiedenen Formen wieder zurückgegeben wird. Ganz naturgemäss beginnen wir dabei mit denjenigen Formen des Niederschlages, die nicht eigentlich aus der Atmosphäre herabfallen, sondern unmittelbar an der Erdoberfläche sich bilden und, je nach dem sie in tropfbar-flüssiger oder krystallinisch-fester Gestalt auftreten, entweder Thau oder Reif genannt werden, betrachten sodann den Einfluss des Föhns auf die Bildung von Nebeln und Wolken, jenen Zwitterformen von gasförmigem und tropfbar-flüssigem Wasser, welche die atmosphärische Feuchtigkeit bei ihrem Condensationsprocess in der Regel als Uebergangsstadien zu durchlaufen hat, bevor sie flüssige oder feste Gestalt annehmen kann, und wenden uns schliesslich diesen Niederschlagsformen selbst zu, indem wir untersuchen, wie der Föhn dieselben beeinflusst, sei es nun, dass sie in flüssiger Gestalt als Regen, sei es, dass sie in fester Form als Schnee auftreten. Es zerfällt somit die nachstehende Untersuchung in drei Abschnitte, von denen der erste den Einfluss des Föhns auf die *Thau-* und *Reifbildung*, der zweite seine Einwirkung auf *Nebel-* und *Wolkenformation*, der dritte seine Beziehung zu *Regen* und *Schnee* untersucht.

a. Thau und Reif.

Schon früher wurde nachgewiesen, dass der Mangel nächtlicher Thaubildung zu den charakteristischen Vorzeichen gehört, aus welchen das Herannahen des Föhns mit ziemlicher Sicherheit zu erkennen ist. Die Ursache dieser schon vor dem Eintritt des Föhns beginnenden Verminderung der nächtlichen Thaubildung ist ohne Zweifel auf nichts anderes zurückzuführen als auf die beginnende Erwärmung und Austrocknung der Luft, die, wie weiter oben schon nachgewiesen wurde, bisweilen bereits mehrere Stunden vor Ausbruch des Föhns sich geltend macht. Dass nun aber das Aufhören der Thaubildung nicht bloß auf die Zeit vor Beginn des Föhns sich beschränkt, sondern auch während der ganzen Dauer seiner Herrschaft wahrgenommen wird, dass sie also nicht bloß als ein sicheres Vorzeichen, sondern auch als eine charakteristische Begleiterscheinung unseres Windes anzusehen ist,

erklärt sich unschwer, wenn wir uns den Vorgang der Thaubildung vergegenwärtigen und die Bedingungen, welche für das Zustandekommen dieses Vorganges erforderlich sind, mit den Ergebnissen zusammenhalten, welche im Vorstehenden bei Untersuchung der den Föhn charakterisirenden meteorologischen Eigenthümlichkeiten gewonnen wurden.

Wenn ein kalter Gegenstand in feuchtwarme Luft gebracht wird, so kühlt er dieselbe in seiner unmittelbaren Umgebung ab. Sobald nun diese Abkühlung so weit vorgeschritten ist, dass der Thaupunkt erreicht ist, so verdichtet sich alle diejenige Feuchtigkeit, welche die kälter gewordene Luft nicht mehr in Dampfform zu beherbergen vermag, und schlägt sich je nach dem verschiedenen Grade der Abkühlung entweder in tropfbar-flüssiger Form als Thau, oder in krystallinisch-fester Gestalt als Reif auf dem die Abkühlung bewirkenden Gegenstande nieder. Auf diese Weise kann ein Niederschlag aus der Atmosphäre entstehen, der natürlich nur auf dem festen Erdboden und dessen Hervorragungen bemerklich wird. Die Grundbedingungen dieses Niederschlages, der übrigens keineswegs, wie man lange irrthümlich angenommen hat, nur auf die Morgen- und Abendstunden sich beschränkt, sondern bisweilen, namentlich an schattigen Orten schon vor Sonnenuntergang beginnt, die ganze Nacht hindurch währt und unter Umständen sogar noch einige Zeit nach Sonnenaufgang fort dauern kann, sind feuchte wenig bewegte Luft und wolkenfreier Himmel ¹⁾. Als Beweis dafür, dass feuchte Luft die erste Bedingung der Thaubildung ist, darf wohl die Thatsache angesehen werden, dass in trockenen Sandwüsten, wie die Sahara es ist, über welchen die atmosphärische Feuchtigkeit eine sehr geringe ist, oft Jahre vergehen, bevor es auch nur einmal zur Thaubildung kommt ²⁾. Dass ferner eine stark bewegte Luft die Thaubildung hemmen muss, erklärt sich daraus, dass starker Wind dem Erdboden fortwährend neue noch nicht erkaltete Luft zuführt, die immer sofort wieder hinweggeführt und durch andere ersetzt wird, noch ehe sie Zeit gewinnt, so weit zu erkalten, dass

¹⁾ Lorenz und Rothe, l. c., p. 120.

Klein, allgemeine Witterungskunde, Leipzig 1882, p. 90.

²⁾ Hann, Handbuch der Klimatologie, p. 41.

die von ihr mitgeführte Feuchtigkeit sich verdichten und in Gestalt von Thau oder Reif an der Erdoberfläche sich niederschlagen könnte. Der begünstigende Einfluss endlich, den der wolkenlose Himmel heiterer Nächte auf die Thaubildung ausübt, beruht auf dem Wärmeverlust, den die Erde durch Ausstrahlung gegen den Weltraum erleidet. Dieser Wärmeverlust ist ein beständig fort-dauernder und findet zu jeder Zeit Statt; bei Tage aber, so lange die Sonne am Himmel steht, wird der Verlust an Wärme, den die Erde durch Strahlung erleidet, durch die von der Sonne ausgehende Erwärmung nicht nur reichlich wieder ersetzt, sondern es überwiegt da die durch Insolation empfangene Wärmemenge den durch Strahlung erlittenen Verlust. Anders ist es zur Nachtzeit. Da hat die von den Sonnenstrahlen ausgehende Erwärmung aufgehört und der Verlust an Wärme, welchen die Erde zu dieser Zeit durch Ausstrahlung erleidet, wird sehr bedeutend, in Folge dessen auch die Abkühlung ihrer Oberfläche und die damit verbundene Thau- oder Reifbildung.

Hieraus ergibt sich, dass Alles, was die nächtliche Wärmeausstrahlung verringert oder verhindert, auch die Thaubildung vermindern oder ganz hindern muss. Nach Tyndall ist ein dünnes Spinnwebennetz schon im Stande, die Wärmeausstrahlung und damit auch die Thaubildung zu beeinträchtigen ¹⁾. Es ist hier nicht der Ort zu untersuchen, ob diese Behauptung richtig ist oder nicht, soviel jedoch steht fest und jedem Gärtner ist die Thatsache bekannt, dass eine dünne Strohmatten oder eine lockere Laubschicht schon genügt, die allzu starke nächtliche Strahlung des Bodens zu hindern und damit auch die ihn bedeckenden Pflanzen vor dem Erfrieren zu schützen. Denselben Schutz, den im Kleinen eine leichte Strohmatten dem Frühbeet des Gärtners gewährt, bietet im Grossen eine Wolkendecke, die den nächtlichen Himmel verhüllt, ganzen Ländergebieten, indem sie schirmartig die von der Erde ausgehenden Wärmestrahlen auffängt und durch Reflexion wieder zurückwirft, auf diese Weise starke Abkühlung und damit auch Thau- oder Reifbildung verhindert.

Sehen wir nun zu, inwieweit diese drei Factoren, welche im Vorstehenden als unerlässliche Bedingungen für das Zustande-

¹⁾ Klein, l. c., p. 92.

kommen von Thau- oder Reifbildung erkannt wurden, beim Wehen des Föhns in Wirksamkeit treten, so ergibt sich, dass zwar die dritte soeben näher besprochene Bedingung eines reinen wolkenfreien Himmels meistens erfüllt ist, dagegen die beiden ersten, Feuchtigkeit und Ruhe der Atmosphäre, niemals. Wie im Folgenden sogleich nachgewiesen werden soll, hindert nämlich der Föhn vermöge der ihn charakterisirenden Eigenthümlichkeiten hoher Wärme und geringer Feuchtigkeit den Condensationsprocess, löst die in der Bildung begriffenen Wolken auf und befreit auf diese Weise den Himmel von der schützenden Dunsthülle, welche die nächtliche Wärmestrahlung hindern könnte, begünstigt also mittelbar die Thaubildung. Dieser die Thaubildung mittelbar fördernde Einfluss des Föhns wird aber unmittelbar wieder paralysirt durch dieselbe meteorologische Eigenthümlichkeit, welche die Wolkenbildung beeinträchtigte. Es ist dies die bedeutende Trockenheit des Föhns, die im unmittelbar voraufgehenden Abschnitt dieses Capitels wohl zur Genüge nachgewiesen wurde. Zu diesem Fehlen der ersten und wesentlichsten Grundbedingung für die Thaubildung, der genügenden Feuchtigkeit, gesellt sich nun noch eine andere gleichfalls schon früher eingehend beleuchtete Eigenschaft dynamischer Natur, die rasche Ortsveränderung der vom Föhn bewegten Luftmassen. Diese beiden Factoren reichen vollkommen aus, jenes die Thaubildung begünstigende Moment der Befreiung des Himmels von seiner Wolkendecke zu paralysiren, und erklären zur Genüge, dass, so lange der Föhn herrscht, eine nächtliche Thau- oder Reifbildung nicht Statt findet.

b. Nebel und Wolken.

Wie der Föhn die unmittelbar an der Erdoberfläche sich vollziehenden Vorgänge der Thau- und Reifbildung sehr wesentlich beeinflusst, so übt er auch einen deutlich erkennbaren Einfluss auf die in den höheren Regionen der Lufthülle sich abspielenden Vorgänge der beginnenden Verdichtung des atmosphärischen Wasserdampfes, deren Wirkung dem Auge in jenen flüchtigen unausgesetzt sich verwandelnden Dunstgebilden sichtbar wird, welche Wolken genannt zu werden pflegen und gleichsam eine Zwischenstufe darstellen, durch welche der atmosphärische Wasserdampf aus dem unsichtbaren gasförmigen Zustande in die

tropfbar-flüssige oder feste Form wässeriger oder krystallinischer Niederschläge übergeht, um als Regen oder Schnee zur Erde zu fallen.

Bereits früher wurde nachgewiesen, wie jene hochziehenden Cirri und leichtflockigen Schleierwolken, die von dichteren die Südgebirge umlagernden Wolkenbänken ausgehen und in Gestalt bald breiterer, bald schmalerer, meist meridional verlaufender Streifen den Himmel überdecken, dem Föhn so häufig und mit solcher Regelmässigkeit voraufgehen, dass sie als ein ziemlich sicheres Vorzeichen dieses Windes angesehen werden dürfen und daher auch mit Recht nicht nur vom Volke als *Föhnmauern* ¹⁾, sondern auch in der Sprache der Wissenschaft als *Föhngewölk* ²⁾ bezeichnet zu werden pflegen.

Auch der Bora gehen ganz ähnliche höchst charakteristische Wolkengebilde vorauf, die sich in einer bestimmten Höhe an die Abhänge der Berge anlehnen. Während aber dieses Boragewölk nicht nur als sicherer Vorbote des rauhen Nordsturms, sondern auch zumeist als steter Begleiter desselben sich erweist, der während der ganzen Dauer einer Boraperiode wahrnehmbar bleibt in Gestalt einer scharf abgeschnittenen Cumuluschicht, welche scheinbar unbeweglich Stunden, ja Tage lang die Schultern der Berge umlagert, vertreibt der Föhn, sobald er wirklich zur Herrschaft gelangt ist, das ihm als Vorbote voraufgehende Gewölk, indem er vermöge seiner grossen Trockenheit und hohen Wärme die Dampfcapacität der Luft bedeutend erhöht, die in ihr enthaltene atmosphärische Feuchtigkeit, welche bereits in der Verdichtung begriffen ist und so dem Auge als Wolke sichtbar wird, wieder in unsichtbaren Wasserdampf verwandelt und auf diese Weise den Himmel von der ihn bedeckenden Dunsthülle befreit. Hiermit soll jedoch nicht gesagt sein, dass diese Befreiung des Himmels von Wolken in jedem Falle eine vollständige ist. Eine Ausnahme macht in dieser Beziehung der namentlich zur Sommerzeit in den Thälern des glarner Linth- und des erner Reussthal's bisweilen

¹⁾ Hann, Handbuch der Klimatologie, p. 209.

²⁾ Lommel, der Föhn; Zöller, ökonomische Fortschritte, III, Erlangen 1869, p. 276.

Wolf, schweizerische meteorologische Beobachtungen.

auftretende *Dimmer-* oder *Dämmerföhn*, aus dessen Namen wir schon auf die ihn charakterisirende Eigenthümlichkeit schliessen können.

Heer, welcher drei Arten von Föhn unterscheidet, nämlich den *wilden Föhn*, den *zahmen Föhn* oder *Föhnluft* und den *Dimmerföhn*, charakterisirt den letzteren wie folgt ¹⁾: „Noch seltener als der wilde Föhn ist der Dimmerföhn, eine eigenthümliche Erscheinung der Gebirgsnatur. Die Temperatur ist dann auch in der Höhe schon am Morgen schwül; die Berge sind ganz blass beleuchtet; über alles Land ist ein feiner rauchartiger Nebelschleier gezogen. Nicht lange dauert es und es ist die Scene verändert; es entstehen grössere Nebelmassen und verwandeln sich in Regen, der fast immer auf den Dimmerföhn folgt.“

Hiermit stimmt im Allgemeinen überein, was Lusser über diese besondere Specialität unseres Windes in seiner Monographie über den Canton Uri sagt: „Oft hört der Föhn,“ heisst es da, „plötzlich auf; weiter gegen Süden tobt er noch mit Wuth; gegen Norden weht Nordost oder Nordwest; mitten inne ist grosse Windstille. Zieht er sich noch weiter zu Luft und das Wetter bleibt gut, so heisst: *der Föhn hat aufgeschont*; wendet er sich aber nach Westen oder vermischt er sich mit dem wolkenherantreibenden Westwind, so heisst: *er ist in Dimmerföhn übergegangen* und nun sind nach der Jahreszeit Gewitter, Staubregen oder Schneegestöber nicht mehr ferne, vor deren Eintritt der Föhn seine Wuth noch zu verdoppeln scheint ²⁾.“ An einer anderen Stelle sagt derselbe Gewährsmann über die genannte Föhnform: „Oft sammeln sich in höheren Regionen viele Dünste, Gewitterwolken bilden sich und tritt der Föhn erst mit dem Regen in die Tiefe, so nennt man dies Dimmerföhn ³⁾.“

Es bildet also der Dimmerföhn ein Analogon zu jener eigenthümlichen Boraform, welche dadurch charakterisirt ist, dass hoch über der an den Gebirgshängen schwebenden Cumulostratusschicht der Himmel mit einem gleichmässigen weisslich grauen Dunst-

¹⁾ Heer, der Canton Glarus; Gemälde der Schweiz. VII, p. 97.

²⁾ Lusser, der Canton Uri; Gemälde der Schweiz, IV, p. 35.

³⁾ Denzler, über die Erscheinungszeiten und die Erkennung des Föhns in der Schweiz; Mitth. d. naturf. Ges. in Zürich 1848, II, p. 26.

schleier überzogen ist, der das Blau des Firmaments nur matt hindurchschimmern lässt. Abgesehen aber von dieser Specialität bewirkt der Föhn im Allgemeinen vermöge seiner hohen Wärme und grossen Trockenheit stets eine entschiedene Verminderung der Wolkendecke und eine Aufheiterung des Himmels, die in allen den Fällen, wo er zu voller Entwicklung gelangt, eine sehr augenfällige ist, wenn sie gleich nicht immer bis zu völliger Klarheit des Firmaments führt. Diese durch den Föhn bewirkte Aufheiterung des Himmels, das sogenannte *Aufschonen*, führt einen Witterungstypus herbei, der, weil er in der That nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch *schön* genannt werden kann, von den Bewohnern der schweizerischen Gebirgsthäler geradezu mit *Föhn-schöne* ¹⁾ bezeichnet wird.

Unverhüllt, wenn auch meist in etwas getrübttem Glanz und bisweilen mit einem eigenthümlich gedämpften gleichsam verschleierte[n] Lichte, scheint die Sonne vom unbewölkten Himmel, der sich stahlgrau über der sturmgepeitschten Erde wölbt, und beleuchtet eine Landschaft von ganz eigenthümlicher Physiognomie, welche dieselben scharfen Gegensätze zeigt wie die Niederungen des Languedoc und der Provence, wenn der eisige Mistral bei tiefblauem Himmel sie durchrast. Der warme in seiner Färbung zwischen Mattblau und Silber liegende Dunst, der sonst die fernen Berge und entlegenen Thalgründe wie mit einem feinen durchsichtigen Florschleier umhüllt, ist mit einem Schlage verschwunden. Ferne wie nahe Bergreihen, die in der Beleuchtung gewöhnlicher Witterungstypen wie die Coulissen einer unabsehbaren Schaubühne hinter einander zurückweichen und eine unendlich reich nüancirte Scala der feinsten Farbenabstufungen darstellen, erscheinen im kalten Lichte des stahlgrauen Föhnhimmels

¹⁾ Denzler, *ibid.*, p. 26.

v. Feilitzsch. l. c., p. 9.

Gehler, *physikalisches Wörterbuch*, X, p. 1913.

Lommel, *der Föhn*; Zöllner, *ökonom. Fortschr.*, III, p. 277.

Lusser, *der Canton Uri*; *Gemälde der Schweiz*, IV, p. 35.

Lusser, *Bemerkungen über den Föhnwind*; *Gilberts Annalen der Physik u. der physikalischen Chemie*, LXVI, p. 421.

Lusser, *Beobachtungen über den Föhnwind*; *Meissners naturw. Anz. d. allgem. schweiz. Ges.*, III, Aarau 1820, p. 77.

dem Auge alle gleich nahe gerückt. Schwarzblau schier zum Greifen nah stehen die finsternen Hochforste, die die Abhänge der Berge bekleiden, und schauen düster und melancholisch aus den lichtgrünen Matten, die sich zwischen ihnen niederziehen; jede Schlucht, jede Falte, jeder Riss im gewaltigen Felsenbau der Alpen liegt klar und unverhüllt vor dem Auge erschlossen, das sich geblendet abwendet von dem grellgelben Lichte der Firnfelder und Gletscherströme, die ihre hochragenden Scheitel umhüllen. An Schärfe und Deutlichkeit der Umrisse, an Reichthum und Klarheit der Einzelheiten hat das Bergbild gewonnen, an Anmuth und malerischem Reiz hat es entschieden verloren; denn es fehlt ihm die magische Beleuchtung der sommerlich warmen Luftperspective; die Föhnlandschaft macht geradezu einen beklemmenden Eindruck auf den Beschauer.

In welcher Weise nun der Föhn die Wolkenbildung beeinflusst und wie beim Wehen dieses Windes auch in Bezug auf die Bewölkung des Himmels die Alpen eine Scheidewand bilden, welche zwei Witterungsgebiete ganz verschiedenen Charakters von einander trennt, das wird aus den Zahlen der nachstehenden Tabellen hervorgehen, in welchen wir drei echten oder Südföhnen drei Nordföhne vergleichend gegenüberstellen wollen. Als Beispiele für die drei Südföhne wählen wir zwei Fälle aus dem Jahre 1864 sowie den schon mehrfach besprochenen Föhn vom 23. September 1866.

1. Föhn vom 5. März 1864 ¹⁾.

Station.	See- höhe.	Temperatur.			Luftdruck.			Feuch- tigkeit.			Bewöl- kung.		
		7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h
Schwyz	547	7,4	14,1	14,8	705,8	702,5	698,1	61	38	25	6	9	9
Lugano	275	4,1	9,2	6,4	734,6	733,4	730,7	93	77	94	10	10	10

¹⁾ Lommel, der Föhn; Zöller, ökonom. Fortschr., III, p. 298.

Nachdem der Föhn schon am 4. März durch die bekannten bereits früher geschilderten Vorzeichen seine Annäherung verathen hatte, kam er in Schwyz am 5. um 3 h pm zum Ausbruch und hatte bereits um 8 h pm seine volle Heftigkeit entfaltet. Die Temperatur der Luft, welche auf der cisalpinen Station Schwyz schon am Morgen des 5. um mehr als 3° höher ist als die des transalpinen Lugano, nimmt auf der erstgenannten Station gegen Mittag hin rasch zu und zeigt bei der zweiten Beobachtung fast den doppelten Werth der Morgentemperatur. Anstatt nun aber, wie dies bei ihrem normalen Gange während der täglichen Periode der Fall zu sein pflegt, mit der niedergehenden Sonne allmählig wieder zu sinken, bekundet sie unter der wachsenden Einwirkung des an Stärke stetig sich steigernden Föhns eher eine steigende als fallende Tendenz und erreicht um 9 h pm eine Höhe von $14,8^{\circ}$, die also die Mittagstemperatur von $14,1^{\circ}$ noch um mehr als einen halben Grad übertrifft, während im transalpinen Lugano die Luftwärme nicht nur den ganzen Tag über eine durchweg niedrigere bleibt, sondern auch einen ganz normalen der täglichen Periode durchaus entsprechenden Gang aufweist, welcher lediglich dem Sonnengange sich anschliesst, dagegen von einem die Temperatur erhöhenden Einfluss der herrschenden Luftströmung nicht das Geringste erkennen lässt. Der Barometerstand war zu Schwyz um 9 h pm auf 698,1 mm, seit dem vorhergehenden Tage, dessen Luftdruckmittel 708,9 mm betrug, also um 10,8 mm gesunken. Auch in Lugano war das Barometer etwas gefallen; hier aber betrug dieses Sinken seit dem vorhergehenden Tage, welcher einen mittleren Barometerstand von 736,2 mm aufwies, nur 5,5 mm, also etwa die Hälfte der zu Schwyz beobachteten Druckverminderung. Während ferner die relative Feuchtigkeit der Luft auf der nordalpinen Station Schwyz schon am Morgen des Föhntages nur 61 % beträgt, am Mittag auf 38 % und am Abend auf den ganz abnorm geringen Werth von 25 % herabgesunken ist, ist auf der südalpinen Station Lugano die Feuchtigkeit der Luft den ganzen Tag über eine sehr beträchtliche und erreicht am Abend mit 94 % fast den Sättigungspunkt. Dem entsprechend, wenn gleich nicht so ausgeprägt ist der Unterschied in der Bewölkung der beiden Witterungsgebiete. Während zu Lugano 20,1 mm Regen fallen und der

Himmel den ganzen Tag über vollständig bedeckt bleibt, ist er zu Schwyz am Morgen nur theilweise bewölkt, ohne dass Niederschlag Statt findet; doch nimmt die Bewölkung später zu, was um so mehr auffällt, als die zunehmende Temperatur und die ausserordentlich rasch abnehmende Feuchtigkeit der Luft eher eine Abnahme als eine Zunahme erwarten liesse. Der Schnee, der am vorhergehenden Tage selbst die Thalgründe um Schwyz und die flachen Niederungen des schwyzer Bodens noch bedeckt hatte, war am folgenden Morgen bis in bedeutende Höhen hinauf spurlos verschwunden, so dass es den Anschein gewann, als ob der Föhn denselben mit seinem heissen Hauch vom Boden aufgesogen hätte.

Deutlicher noch als bei dem eben besprochenen Frühlingsföhn zeigt sich der verminderte Einfluss, den unser Wind auf die Bewölkung ausübt, bei einem Herbstföhn des gleichen Jahres, dessen meteorologische Elemente in nachstehender Tabelle zusammengestellt sind.

2. Föhn vom 22. October 1864 ¹⁾.

Station.	See- höhe.	Temperatur.			Luftdruck			Feuch- tigkeit.			Bewöl- kung.		
		7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h
Schwyz	547	8,1	15,3	16,8	704,9	702,1	699,1	85	52	36	1	1	9
Lugano	275	10,9	14,4	11,5	731,4	731,4	729,2	99	82	99	10	10	10

In Schwyz war am 21. October bei grosser Luftfeuchtigkeit, bedecktem Himmel und vorherrschendem Nordwestwind 1 mm Regen gefallen. In der folgenden Nacht klärte sich der Himmel auf und gegen Morgen fiel etwas Thau. Am Nachmittag des 22. nun erhob sich der Föhn und hielt bis 11 Uhr Nachts an. Um 9 h pm stand das Thermometer $1\frac{1}{2}^{\circ}$ höher als um 1 h pm. Eine Stunde später um 10 h pm war das Barometer auf 698,9 mm

¹⁾ Lommel, der Föhn; Zöllner, ökonom. Fortschr., III, p. 299

herabgesunken und zeigte gegenüber dem Luftdruckmittel des vorigen Tages eine Depression von 5,9 mm. Die relative Feuchtigkeit war im Verlauf des Tages von 85 % auf 36 % herabgesunken und der Himmel blieb fast den ganzen Tag über hell, nur hier und da leise verschleiert durch leichtes hochziehendes Cirrusgewölk, das erst spät am Abend und im Verlauf der Nacht zu Cumulusmassen sich verdichtete, worauf unter gleichzeitiger Verdrängung des Föhns durch westliche und nordwestliche Luftströme Regen erfolgte. Ganz anders gestaltet sich das Bild der gleichzeitigen Witterung zu Lugano. Wie beim Föhn vom 5. März ist auch in diesem Falle die Temperatur im Allgemeinen hier eine niedrigere als zu Schwyz und zeigt den ganz normalen Gang innerhalb ihrer täglichen Periode. Das Barometer hält sich mit einer ganz geringen Schwankung ziemlich stetig in derselben Höhe wie am vorhergehenden Tage; die Luft ist mit Feuchtigkeit nahezu gesättigt und der Himmel bleibt den ganzen Tag über völlig mit Wolken bedeckt, aus welchen eine Regenmenge von 63,6 mm zur Erde herabfällt.

3. Föhn vom 23. September 1866 ¹⁾.

a. Obere Region 2478 m bis 1810 m.

Station.	See- höhe.	Bewölkung.	Windrichtung und Stärke.
St. Bernhard	2478	10	SW ₃
Julier	2204	7,7	SW ₂
St. Gotthard	2093	10	SE ₄
Bernardin	2070	10	S ₄
Simplon	2008	10	SW ₂
Bernina	1873	3	SW
Sils	1810	9	W ₃

¹ Mühry, Unters. üb. d. Theor. u. d. allgem. geogr. Syst. d. Winde, p. 183—186.

b. Mittlere Region 1810 m bis 833 m.

Station.	See- höhe.	Bewölkung.	Windrichtung und Stärke.
Rigi	1784	7	S ₃
Stalla	1780	8	S ₂
Bevers	1715	5	SW ₂
Grächen	1632	8	S
Zernetz	1476	2	S ₄
Splügen	1471	8	S ₂
Andermatt	1448	10	SW ₁
Platta	1379	9 (Regen)	SW ₃
Reckingen	1339	10	SW ₃ , S
Remüs	1245	5	SW ₂
Churwalden	1213	4	SW ₄
Klosters	1207	3	S ₁
Chaumont	1152	7	SW ₂
St. Beatenberg	1150	2	—
Ste. Croix	1092	6	W ₂
Engelberg	1024	5	SE ₄
Le Sentier	1024	5	SW ₃
La Chaux de Fonds	980	4	SW ₃
Trogen	926	5	SE ₃
Einsiedeln	910	10	S ₃
Affoltern	882	4	NW
Uetliberg	874	2	SW ₃
St. Imier	833	9	SW
Vuadens	825	6	S

c. Untere Region 821 m bis 230 m.

Station.	See- höhe.	Bewölkung.	Windrichtung und Stärke.
Brusio	777	7	N
Faido	722	10 (Regen)	E
Thusis	706	5	S ₂
Ilanz	704	8	W ₂
Castasegna	700	9	SE
Glyss	688	8 (Regen)	SW ₂

Station.	See- höhe.	Bewölkung.	Windrichtung und Stärke.
St. Gallen	679	5	S ₄
Lohn	645	3	E ₁ , NW
Freiburg	641	1	NW
Chur	603	5	SW ₂
Reichenau	597	7	S ₃
Dizy	588	7	S
Brienz	586	6	E, SE ₄
Bözberg	577	4	E, SW
Bern	574	6	NE
Interlaken	567	4	NE ₃ , SW
Schwyz	547	4	SE ₄
Marschlins	545	4	SE ₃
Sion	536	7	NE ₂
Sargans	501	2	SE ₃
Martigny	498	5	SE ₄
Neuchatel	488	7	SE
Muri	483	4	S, SW
Zürich	480	3 (Cirri)	SE ₃
Altstätten	478	4	SW ₃
Glarus	473	7	S ₄ , SW
Stans	456	3	N
Altorf	454	3	S ₂
Winterthur	441	2	S ₂
Solothurn	441	6	SW
Rathhausen	440	3	SE ₂
Bex	437	5	S ₂ , WSW
Pruntrut	430	4	—
Kreuzlingen	430	3	E
Zug	429	1	S ₂
Frauenfeld	422	3	W
Genf	408	7	S ₄
Schaffhausen	398	1	SE, SW ₃
Oltén	393	6 (Nebel)	SE
Aarau	389	3	NW
Montreux	385	9	SE ₄
Morges	380	8	W ₁
Mendrisio	355	0,7	NW
Zürzach	355	4 (Cirri)	S ₁
Basel	278	5	SE ₁
Lugano	275	8	SE
Bellinzona	229	8	N

Wenn die vorstehende Tabelle lediglich darauf sich beschränkt, nur die Bewölkung sowie die Richtung und Stärke des gleichzeitig wehenden Windes zu geben, so konnte sie dies im vorliegenden Falle um so eher, als die übrigen den Föhn vom 23. September 1866 charakterisirenden meteorologischen Elemente bereits in den vorausgehenden Capiteln vergleichend zusammengestellt und eingehend erörtert wurden. Es geht aus dieser Uebersicht sehr deutlich hervor, wie im eigentlichen Föhngebiet am Nordhang der Alpen, namentlich auf den Stationen, die in den als Hauptföhncanäle dienenden Querrinnen des Rhein-, Linth- und Reusstales liegen, die Bewölkung im Allgemeinen eine entschieden geringere ist als auf den hochgelegenen Stationen in der Nähe der grossen Centralmassivs und am Südhang des Gebirges.

Diesen drei im Vorstehenden besprochenen Beispielen von echtem oder Südföhn stellen wir nun noch drei Beispiele von Nordföhn aus den Jahren 1862, 1863 und 1864 gegenüber, um zu zeigen, dass der Nordföhn, wie in Bezug auf Wärme, Druck und Feuchtigkeit der Luft, so auch hinsichtlich der Bewölkung des Himmels eine Umkehrung in der Vertheilung der den Südföhn charakterisirenden meteorologischen Erscheinungen hervorruft und zwar in dem Sinne, dass, während in den drei vorstehend besprochenen Fällen die Nordseite der Alpen die Leeseite war, die bei steigender Temperatur, vermindertem Luftdruck und abnehmender Feuchtigkeit auch eine geringere Bewölkung zeigte als die Südseite der Alpen, in den drei nachstehend zu erörternden Fällen die Südseite des Gebirges zur Leeseite wird, die bei steigender Temperatur und vermindertem Druck der Luft sowie bei auffallender Verminderung der relativen Feuchtigkeit auch eine entschiedene Abnahme der Bewölkung aufweist ¹⁾.

¹⁾ Dürer, l. c., Tav. IV & V.

Hann, der Scirocco der Südalpen; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., III, p. 568–571.

1. Nordföhn vom 31. Januar bis 2. Februar 1862.

a. Alpensüdseite.

Station.	31. Januar.		1. Februar.		2. Februar.	
	Bewölkung.	Wind.	Bewölkung.	Wind.	Bewölkung.	Wind.
Klagenfurt	3	NW ₃	2	W	2	W
St. Martin	10	—	2	N ₇	3	N ₃
Villa Carlotta	heiter, bewölkt	NE	heiter, bewölkt	NE	heiter	NNE
Mailand	heiter	SSW, E	bewölkt, Nebel	NE, WNW	bewölkt, Nebel	ENE

18*

b. Alpennordseite.

Station.	31. Januar.		1. Februar.		2. Februar.	
	Bewölkung.	Wind.	Bewölkung.	Wind.	Bewölkung.	Wind.
Salzburg	9 (Regen)	S ₄ , NNW ₄	9 (Regen)	NW _{5—6}	9 (Regen)	NNW
Wiltén	10 (Regen)	W, SW ₄	10 (Regen)	W, SW _{5—6}	10 (Regen)	WSW _{4—6}
Chur	10 (Regen)	—	10 (Regen)	—	—	—
Basel	10 (Regen)	SW ₅	10	SW ₅	10	—

2. Nordföhn vom 12. bis 14. December 1863.

a. Alpensüdseite.

Station.	12. December.		13. December.		14. December.	
	Bewölkung.	Wind.	Bewölkung.	Wind.	Bewölkung.	Wind.
Klagenfurt	3	W	2	W ₈ , E ₅	5	E ₁
St. Martin	7	N	7	N ₄	3	N ₅
Villa Carlotta	0	NNE	0	NE ₃ — ₆	0	NNE ₁ — ₄
Lugano	1	NW ₅	0	NE ₅ — ₁₀	0	NE
Mailand	0	WSW	0	WNW	0	W, E

b. Alpennordseite.

Station.	12. December.		13. December.		14. December.	
	Bewölkung.	Wind.	Bewölkung.	Wind.	Bewölkung.	Wind.
Salzburg	10 (Regen)	SE ₁ , SW ₃	10 (Regen)	SW ₄	10 (Regen)	WSW ₃
Chur	8 (Regen u. Schnee)	SE	9 (Regen)	SW	—	NW
Zürich	9	W	9 (Regen)	NW ₂	6	NW ₂
Bern	6 (Regen)	SW ₂	7 (Regen)	SW, S ₂	4	NW, SE

Diese beiden in den vorstehenden Tabellen vergleichend zusammengestellten Fälle, welche schon früher eingehend berücksichtigt wurden hinsichtlich ihrer charakteristischen Begleiterscheinungen wie auch ihrer Bedeutung für die Theorie des Nordföhns im Allgemeinen, zeigen sehr deutlich, wie diesseits der Alpen der Himmel fast überall mit Wolken dicht bedeckt ist und vielfach auch Niederschläge Statt finden, während er jenseits des Gebirges meist heiter, vielfach sogar gänzlich wolkenlos ist und in Folge dessen auch keine Niederschläge zu verzeichnen sind.

Dieselbe auffallende Erscheinung tritt uns auch bei dem dritten Falle von Nordföhn aus dem Jahre 1864 entgegen, bei dessen Besprechung wir ausser Bewölkung und Feuchtigkeit auch die übrigen charakteristischen Begleiterscheinungen wie Temperatur und Luftdruck mit in Betracht ziehen, da dieser Fall im vorliegenden Versuch bisher noch keine Berücksichtigung gefunden hat.

3. Nordföhn vom 17. und 18. Februar 1864 ¹⁾.

Station.	Tag.	Temperatur.			Luftdruck.			Feuchtigkeit.			Bewölkung.		
		7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h	7 h	1 h	9 h
Schwyz	17.	2,2	0,4	−0,7	708,5	708,7	708,8	93	98	93	10	10	10
„	18.	−1,7	−1,2	−3,3	709,6	710,0	710,5	94	91	92	10	10	10
Lugano	17.	−1,6	4,6	5,5	729,2	724,9	726,0	90	84	33	2	10	8
„	18.	4,1	7,2	2,7	727,8	728,6	730,4	21	22	26	3	1	0

In Schwyz begann seit dem Morgen des 17. bei schwachem Nordwestwind das Thermometer langsam zu sinken, das Barometer allmählig zu steigen. Dabei war die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt, der Himmel völlig mit Wolken bedeckt und der Schneefall, der bereits am 17. begonnen und den ganzen Tag über angehalten hatte, dauerte bis um 2 h pm des 18. fort, so dass um diese Zeit eine Schneeschicht von 17 cm Dicke den Boden bedeckte. Zu Lugano dagegen beginnt das Thermometer mit dem Morgen des 17. zu steigen und behält diese Bewegung bei, so

¹⁾ Lommel, der Föhn; Zöller, ökonom. Fortschr., III, p. 300.

dass es um 9 h pm des 17. um $7,1^{\circ}$ und um 1 h pm des 18. um $8,8^{\circ}$ höher steht als um 7 h am des 17. Das Barometer dagegen fällt schon am Morgen des 17. so stark, dass es um 1 h pm des genannten Tages um $12,4$ mm gegenüber dem Mittel des 16. zurückgegangen ist, um erst dann wieder langsam zu steigen. Nachdem am Vormittag des 17. bei schwach wehendem Südwind ein wenig Regen gefallen und gegen Mittag Nebel eingetreten war, erhob sich am Nachmittage der Nordost und hielt mit grosser Heftigkeit diesen und den folgenden Tag an. Unter seiner austrocknenden Einwirkung verminderte sich die relative Feuchtigkeit der Luft, die um 7 h am des 17. noch 90 % betragen hatte, so rasch, dass sie um 9 h pm des genannten Tages nur noch 33 % betrug und am Morgen des folgenden Tages bis zu einem Minimum von 21 % herabsank, während gleichzeitig die Wolkendecke immer dünner und leichter wurde und der Himmel immer mehr sich aufklärte, bis er zuletzt vollkommen heiter und wolkenfrei geworden war.

Bei der schon früher besprochenen fünftägigen Föhnperiode vom 1., 4. und 7. bis 9. Januar 1877 betrug nach Hann die mittlere Bewölkung zu Altorf und Altstätten 5. Ziemlich übereinstimmend hiermit findet derselbe Gewährsmann für Bludenz die Zahl $6,9$ als Mittel der Bewölkung von 18 Winterföhntagen ¹⁾.

Aus all dem ergibt sich also, dass der Föhn ähnlich wie die Bora und der Mistral während der Dauer seiner Herrschaft auf der Leeseite des Gebirges eine unverkennbare Verminderung der Bewölkung bewirkt.

c. Regen und Schnee.

Nach den Ergebnissen, zu welchen die vorstehenden Untersuchungen der hyetometrischen Eigenthümlichkeiten des Föhns geführt haben, dürfte es vielleicht befremdlich erscheinen, dass ein so ausgesprochen trockener Wind wie der Föhn von Regen, Schnee oder anderen wässerigen Niederschlägen begleitet sein solle. Wenn aber im Vorstehenden wiederholt die Behauptung aufgestellt und durch Nachweise belegt wurde, dass der Föhn ein trockener

¹⁾ Hann, über den Föhn in Bludenz, p. 7 u. 11.

Wind ist, so war da immer nur von seiner relativen Feuchtigkeit die Rede und niemals ist im vorliegenden Versuch die Behauptung aufgestellt worden, der Föhn sei ein absolut trockener gänzlich wasserdampffreier Wind, der gar keine atmosphärische Feuchtigkeit enthalte.

Je höher die Temperatur eines Luftstromes ist, desto grösser ist seine Dampfcapacität, d. h. desto mehr Wasser vermag er in gasförmiger Gestalt in sich aufzunehmen, bevor er mit Feuchtigkeit gesättigt ist; je niedriger dagegen die Temperatur eines Windes, desto geringer ist auch diese Fähigkeit atmosphärische Feuchtigkeit als unsichtbaren Wasserdampf zu beherbergen, desto eher wird in Folge dessen Sättigung und Niederschlag eintreten. Hieraus ergibt sich, dass ein stark erwärmter Luftstrom den Eindruck und die Wirkungen eines trockenen Windes hervorrufen und doch dabei weit mehr absolute Feuchtigkeit beherbergen, d. h. viel wasserdampfreicher sein kann als ein kalter Luftstrom, der den Eindruck eines sehr feuchten Windes macht. Blicken wir nun auf die Ergebnisse zurück, zu denen die früher angestellten Untersuchungen uns führten, und vergegenwärtigen wir uns noch einmal, wie gerade starke Erwärmung die hervorstechendste aller der meteorologischen Eigenthümlichkeiten war, die in dem gesammten Charakterbilde des Föhns am auffallendsten in die Augen springen, so wird es uns begreiflich werden, wie der Föhn eben vermöge seiner stark erhöhten Temperatur und dadurch gesteigerten Dampfcapacität als ein Wind auftreten kann, der zwar eine geringe *relative* Feuchtigkeit aufweist und auch den Eindruck und die Wirkungen eines trockenen Luftstromes hervorbringt, an *absolutem* Feuchtigkeitsgehalt aber gar nicht so arm ist, als man gewöhnlich annimmt. Es wird uns hiernach auch nicht mehr als ungereimt und mit der Natur des Föhns im Widerspruch stehend erscheinen, wenn der Föhn als ein schwüler Wind bezeichnet wird, der auf der Südseite der Alpen gewöhnlich mit wässerigen Niederschlägen beginnt und auf der Nordseite fast immer mit solchen endet, unter Umständen wohl auch schon während seiner Dauer von ihnen begleitet sein kann.

Selbst in Berggebieten, wo der Föhn im Allgemeinen weniger häufig und heftig auftritt, wie dies z. B. im Oberengadin

der Fall ist, gilt er als Regenbringer. So sagt Caviezel ¹⁾, dem die meteorologischen Beobachtungen zu Sils übertragen sind, nachdem er bedauert hat, dass seine Station Sils-Maria gegen den Föhn ziemlich geschützt sei: „Hauptrichtung des Föhnzuges ist hier die von Südwest, nämlich über den Silsersee her und dieser Wind wird hier ausschliesslich Favuogn genannt. Der eigentliche Föhn — man nennt ihn hier Vadret, weil er von den Vadrets des Fex- und Vedozthales herabkommt — ist in Sils-Maria seltener und nicht heftig, weil die waldgekrönten Anhöhen ausserhalb Platta und Vauglia zu äusserst in Fex seine Kraft schwächen oder ganz unfühlbar machen; in Fex soll er aber bisweilen furchtbar wüthen. Er schwellt den Thalbach oft stark an. Der eigentliche Südwind hat hier die Eigenschaft, dass das Psychrometer einen sehr geringen Grad von Luftfeuchtigkeit aufweist. Bald nach sehr geringer relativer Feuchtigkeit bei ziemlicher Windstille kommt regelmässig Föhn und Regen. Der Südwest ist hier feucht, so dass man im Sommer bei demselben kein dürres Heu kriegt. Die Mauern werden an der Seite gegen diesen Wind sehr bald grau und mürbe. Einen Nagel in eine alte Mauerfläche gegen Nord und Ost gekehrt einzuschlagen ist nahezu unmöglich, an der Südwestseite dagegen sehr leicht; der Mörtel ist da ganz verwittert. Vogelbeerbäume in den Gärten haben auf der Südwestseite eine gesprungene, bisweilen eine verwitterte Rinde. Bei Südost- und Südwind hat der Wolkenhimmel eine eigenthümlich röthliche Färbung und die Temperatur hält sich regelmässig hoch; es regnet dann meistens ohne Schnee auf den Bergspitzen; die Gletscher werden grau. Der Südwest ist hier gern gesehen, weil er feucht ist und unsere trockenen Wiesen nicht so ausdörft wie die Winde von West, Nord, Nordost und Ost. Jahrgänge mit häufigem Südwest sind stets reich an Heu und Weide. Ueber den Südwind ist hier folgende Redensart im Volksmunde: *Il vadret ais il pü grand galanthom da Segl; el salva ogni vouta que ch'el imprometta*, d. h. der Südwind ist der geachtetste Ehrenmann von Sils; er hält immer, was er verspricht, nämlich Regen.“

¹⁾ Coaz, der Föhn, p. 5.

Wie in dem von Südwest nach Nordost sich erstreckenden Hochthale des Engadin, so gilt auch in dem benachbarten nahezu parallel verlaufenden Thale von Davos der aus Südwest kommende Föhn im Sommer als Regenbringer, im Winter als Vorbote von Schnee, während der Nordost erfahrungsgemäss als der Schönewetterwind bekannt ist. Beachtenswerth ist, was Steffen, der officiële Beobachter der meteorologischen Station zu Davos-Platz, über die Feuchtigkeitsverhältnisse sagt, die den Föhn in diesem Thalgebiet charakterisiren. „Die Behauptung,“ heisst es in seiner Monographie über *die meteorologischen Verhältnisse von Davos* ¹⁾, „dass die Föhnluft unseren Bauern bei der Heuernte willkommen ist, indem dieselbe das Heu schnell trocknet, trotzdem sie viel feuchter ist, und im scheinbaren Widerspruch, dass dieselbe bei dem Menschen die Empfindung der Schwüle hervorruft, weil sie eben feucht und warm ist, hat ihre unumstössliche Erklärung eben darin, dass eine reichlich Wasserdampf enthaltende Luft bei erhöhter Temperatur niedrigere relative Feuchtigkeitsprocente zeigt, also austrocknen muss. Das Heu hat nun dieselbe Temperatur wie die Föhnluft, folgt also in Bezug des schnelleren Austrocknens den relativen Feuchtigkeitsprocenten. Die absolut feuchte Föhnluft erhält also im Thale, wo sie das Maximum ihrer Temperatur empfängt, eine Erhöhung der Dampftension, wodurch sie noch bedeutend mehr Wasser aufnehmen kann und rapid austrocknend wirkt. Anders sprechen wohl unsere Bewohner auf denjenigen Bergkämmen, zu welchen diese Föhnluft nunmehr heraufkommt. Dort trocknet wegen Temperaturherabdrückung das Heu gewiss nicht schneller, die Dampftension wird geringer, die Luft erscheint übersättigt, das Heu wird feucht, oft einfach dadurch, dass Regen oder Schnee fällt.“

Wie zu Davos, so tritt auch im benachbarten Prättigau, namentlich in Klosters, wo der Föhn sehr häufig ist und Wild ²⁾ binnen zwei Jahren nicht weniger als 32 Föhnfälle feststellte, unser Wind zumeist als Regenbringer auf. Pfarrer Riederer ³⁾,

¹⁾ Steffen, *die meteorologischen Verhältnisse von Davos*, Davos 1878, p. XV.

²⁾ Wild, über Föhn und Eiszeit, p. 15.

³⁾ Coaz, l. c., p. 7.

der die meteorologischen Beobachtungen auf Station Klosters anstellt, charakterisirt den Föhn wie folgt: „Der eigentliche Föhn kommt von Davos her durch den Thaleinschnitt des Laret zu uns, wird vom gegenüber liegenden Gebirge zurückgeworfen und folgt dann der Richtung von Südost nach Nordwest, also das Prättigau auswärts. Dieser Föhn ist bei uns auch im Winter ein lauwarmer Wind und wird zum Unterschied von dem aus Südost herwehenden bedeutend kühleren Föhn der *Lizziföhn* genannt. Kommt der Föhn von Südwest über die Casanna her zu uns, so bringt er uns häufig Regen, im Sommer zuweilen auch Gewitter; er heisst daher auch Regenwind. Bei Südost, wenn er anhält, steigt das Barometer gewöhnlich; sinkt es bei dieser Windrichtung, so tritt bald der eigentliche Föhn oder auch der Südwest mit Regen ein. Wenn der Föhn 1 bis 2 Tage bei heiter bleibendem Himmel weht, so heisst es hier: ‚Es mag den Föhn leiden.‘ Gewöhnlich mag es ihn im Herbst länger leiden als im Sommer, da manchmal wochenlang der Südost abwechselnd mit Süd bei klarem Wetter weht; wird er dann aber vom Nord oder Nordwest besiegt, so tritt fast regelmässig Nebel, Regen oder Schnee ein. ‚Heuer mag es den Föhn nicht leiden‘ sagen die Leute, wenn auf kurzen Föhn Regen folgt. Einen bedeutenden Einfluss übt der Föhn auf die Gletscher durch Schmelzung derselben aus. Föhn mit Regenwetter bewirkt das stärkste Steigen der Landquart. In föhnreichen Jahrgängen bemerkt man ein bedeutendes Zurückweichen der Gletscher. Der Föhn schmilzt diese stärker als die Sonne des Sommers, manchmal erst auffallend im Herbst. Die höchsten Wasserstände werden hier meist beim Lizziföhn, also Süd, mit Regen beobachtet.“

Auch im Gebiet der Central- und Westschweiz hat der Föhn fast immer Niederschläge in seinem Gefolge. In Bezug auf das Glarnerthal sagt Heer ¹⁾: „Die Föhnstürme dauern gewöhnlich ein paar Tage mit mehr oder weniger grosser Heftigkeit und bringen fast immer schlechtes Wetter, indem nach heftigem Kampfe der Nordwind mit Regen und Schnee einkehrt.“

Um nun das, was im Vorstehenden über die vom Föhn verursachten wässerigen Niederschläge im Allgemeinen gesagt wurde,

¹⁾ Heer, der Canton Glarus; Gemälde der Schweiz, VII, p. 96.

durch bestimmte Thatsachen zu belegen, wählen wir den berühmten schon früher eingehend charakterisirten Dreikönigsföhnsturm vom 6. und 7. Januar 1863, den Föhn vom 28. Februar 1866 und den gleichfalls schon vielfach besprochenen Herbstföhn vom 23. September des letztgenannten Jahres.

Da der erste dieser drei Stürme vor der Einrichtung des schweizerischen meteorologischen Netzes Statt fand, so sind wir leider noch nicht in der Lage, numerische Nachweise über die Menge der gefallenen Niederschläge mit der Genauigkeit beizubringen, wie uns dies bei den beiden anderen Fällen möglich ist, sondern müssen uns mit allgemeiner gehaltenen summarischen Angaben begnügen, die jedoch zeigen werden, wie die Menge des gefallenen Schnees eine sehr beträchtliche war.

1. Dreikönigsföhnsturm vom 6. und 7. Januar 1863 ¹⁾.

Während der Herbst, der diesem Föhnsturm vorausging, in Centrauropa, namentlich in Norddeutschland und Nordfrankreich sehr regenarm gewesen war, hatte er den Mittelmeerländern, namentlich dem mediterranen Küstenstrich Frankreichs ausserordentlich reichliche Niederschläge gebracht. So fiel am 11. October 1862 in Montpellier und Umgebung die bedeutende Menge von 225 mm Regen bei einem Gewitter, welches von 4 Uhr Morgens bis Mittags anhielt. Auch der November war im ganzen west-mediterranen Küstengebiet sehr regenreich. Diese Niederschläge rücken nun allmählig weiter nördlich vor und überschütten während des Föhnsturms vom 6. und 7. Januar die Alpen mit ungeheuren Schneemassen, die alle Passhöhen und Ueberbergstrassen ungangbar machen und allen Verkehr zwischen den cis- und transalpinen Ländergebieten für mehrere Tage unterbrechen. Zu Campodolcino am Südhang des Splügen lag der Schnee 3 m hoch und auf der Passhöhe des Bernardin war er in solchen Massen gefallen, dass er den Eingang durch die Thür des Hotels vollständig unmöglich machte und der Besitzer des Gasthauses

¹⁾ Dove, das Gesetz der Stürme, p. 229—235 u. 270—271.
Dove, über Eiszeit, Föhn und Scirocco, p. 33—44.

sich genöthigt sah, das Eisengitter des Balkons hinwegnehmen zu lassen, um durch die Balkonthür eine Passage aus dem Schnee in das Innere des Hauses herzustellen. Noch beträchtlicher aber und alles bisher dagewesene weit übersteigend waren die Schneemassen, die in den Umgebungen des Gotthards fielen, namentlich im Tremola- und Bedrettothale wie auch in der ganzen Leventina bis hinab zu den Ufern des Langensees. Tage lang war hier die Luft fast beständig durchzittert vom Donner der Lawinen, die cascadenartig von allen Hängen niederstürzten, am 6. Januar in der Tremolaschlucht einen Trupp von 23 Rutnern, die mit Schneeschaufeln beschäftigt waren, in den Abgrund rissen, am 7. das Dorf Bedretto di mezzo bis auf zwei Häuser verschütteten und 31 Menschen unter seinen Trümmern begruben. Ein trauriges Nachspiel zu diesen beklagenswerthen Ereignissen, welche lediglich durch die Menge des gefallenen Schnees verursacht wurden, bildete die furchtbare Katastrophe, bei welcher am 11. Januar Nachmittags um 3 Uhr kurz vor Beginn des Gottesdienstes das Dach der St. Antoniokirche zu Locarno unter seiner Schneelast zusammenbrach und 53 Menschen begrub, von denen 45 als Leichen, die übrigen tödtlich verletzt aus den Trümmern gezogen wurden.

Diese reichlichen Niederschläge beschränken sich übrigens keineswegs bloß auf die schweizerischen Centralalpen, sondern dehnen sich wie der Sturm selbst über die ganzen Ostalpen bis nach Kärnthen hinein aus.

2. Föhn vom 28. Februar 1866 ¹⁾.

Numerisch genauer als im vorstehenden Beispiel sind die in den meteorologischen Tabellen sich findenden Angaben über die Niederschlagsmengen des Föhns, der das Luftdruckminimum vom 28. Februar 1866 begleitete. Hier sind sie.

¹⁾ Dove, über Eiszeit, Föhn und Scirocco, p. 96—103.

Station.	See- höhe.	Wind.	Regen, Schnee und andere Hydrometeore in mm.
St. Bernhard	2478	SW ₁	—
Julier	2204	SW ₃	50 aus Schnee
Bernardin	2070	SW ₄	Von 10 h am bis 10 h pm 500 Schnee
Simplon	2008	SW ₃	Schneehöhe in 87 Stunden 400
Sils	1810	SW ₁	11,5 aus 130 Schnee
Rigikulm	1784	S ₄ , Föhn	—
Stalla	1780	SE ₃	—
Bevers	1715	SW ₃	6,2 aus 750 Schnee
Grächen	1632	W	Gewaltiges Tosen in den Wäldern, Schneeflocken
Zernetz	1476	S ₃	4,4 aus Schnee
Splügen	1471	W	18,6 aus 230 Schnee, Abends Höhe 510
Andermatt	1448	SW ₂	20,0 aus Schnee
Platta	1379	SW ₃	8,3 aus Schnee
Reckingen	1339	SW ₃	7 h am starker Schnee mit Windstössen
Remüs	1245	—	Früh Schneegeästöber, Abends und die Nacht durch Schnee
Churwalden	1213	SE ₃	—
Klosters	1207	S ₃ , Föhn	—
Chaumont	1152	W ₄	2,3 aus Schnee von 7 bis 10 h, schwacher Mondhof
St. Beatenberg	1150	W, NW	Föbngewölk und Mondkranz, 1,3 aus Schnee
Wildhaus	1103	N ₂ , S ₁	3,5 aus Schnee von 9 h ab

Station.	See- höhe.	Wind.	Regen, Schnee und andere Hydrometeore in mm.
Ste. Croix	1092	SW ₁	4,0 aus Schnee von 6 ¹ / ₂ bis 10 h
Grindelwald	1051	Starker Föhn	2,3 Regen
Valsainte	1032	SW ₄	12,7 aus Schnee [Mondhof
Engelberg	1024	SW ₄	Ungewöhnlich heftiger Föhn Nachts bis 28. Mittags; vorher Abends
Le Sentier	1024	SW ₁	10,8 aus Schnee
Ponts de Martel	1023	W ₃	8,5 aus Schnee
Trogen	926	S ₃	1,6 am 27. Sturm in der Höhe
Einsiedeln	910	SW ₂	1,7 ₁ aus 150 Schnee, Abends Mondhof
St. Imier	833	SW ₃	Starker Wind mit Schneeschauern
Vuadens	825	W ₂	7 h am starke Windstösse mit Schnee, 6,2 Niederschlag
Auen	821	SSW, N	Nach SSW am 27. und 28. N, dann wieder Föhn, 2,0 Regen
Affoltern	795	W ₄	Schnee
Brusio	777	—	16,0 aus Regen und Schnee
Faido	722	E	320 Schnee, Abends Regen
Thusis	706	S ₁	4,0 Regen
Ilanz	704	W	5,0 Regen
Castasegna	700	W ₂	21,2 aus Schnee und Regen
Glyss	688	NE	—
St. Gallen	679	S ₃	Am 27. Mondhof, am 28. 58 Regen
Lohn	645	SW ₃	2,1 bei Sturm mit Regen und Schnee

Station.	See- höhe.	Wind.	Regen, Schnee und andere Hydrometeore in mm.
Freiburg	641	SW ₃	Schnee
Chur	603	SW	Höhen angeschneit
Reichenau	597	S ₂	2,2 Regen
Dizy	588	SW ₃	3,1 Regen, Donnerschläge nach Süd hin
Brienz	586	WSW ₄	2,4
Bözberg	577	—	2,1 Regen mit Schnee, Abends Mondhof
Bern	574	—	Am 26. Mondhof und Mondkranz, am 28. 3,4 aus Schnee
Interlaken	571	NE ₂	0,8 Regen
Schwyz	547	S ₃	Nachmittags Regen
Marschlins	545	S ₃	—
Sion	536	S ₃	Einige Regentropfen
Sargans	501	W ₃ , SE ₃	1,5 Regen
Martigny	498	SE ₄	0,5 Regen
Neuchatel	488	—	Mondhof am 27. Abends, 2,0 Regen
Muri	483	W ₄	3,6 Regen
Zürich	480	WSW	1,3 Regen
Altstätten	478	S ₄	1,1 Regen
Glarus	473	SW ₃	2,0 Regen; Abends tritt N heulend ins Thal, dann wieder Föhn
Stans	456	N ₂ , NW ₂ , NE ₂	Vor Tag starker Föhn
Altorf	454	SE ₄	0,6 sehr starker Föhn am 27.

Station.	See- höhe.	Wind.	Regen, Schnee und andere Hydrometeore in mm.
Winterthur	441	SW ₃	7,0 aus Regen und Schnee
Solothurn	441	SE ₁	4,8 Regen
Rathhausen	440	—	1,3 Regen
Bex	437	S ₄	Morgens 0,5 aus Schnee und Regen
Pruntrut	430	—	—
Zug	429	SW ₂	0,4 Regen
Kreuzlingen	424	SW	0,9 Regen
Frauenfeld	422	W	1,6 Regen
Genf	408	—	Am 27. Hof um die Sonne, 7 h am Blitz und Donner
Schaffhausen	398	heftiger Wind	1,9
Olten	393	SW ₄	Seit 8 h 1,8 aus Regen und Schnee
Aarau	389	W ₂	Nachts schwacher Mondhof
Montreux	385	NW ₄	9,7 Regen, seit 5 h am starkes Gewitter
Morges	380	—	4,3 Regen, 6 h 50 m am Donner, Abends <i>Seiches</i>
Königsfelden	371	SW ₄	4,7 Regen
Mendrisio	355	—	49,5 Regen
Zurzach	355	S ₂	1,6 Regen
Basel	278	SW ₂	1,8 Regen
Lugano	275	NW	37,1 aus Regen
Bellinzona	229	Unten S, oben N	62,5 aus Schnee und Regen

Ueberblicken wir die Zahlen der vorstehenden Tabelle, so zeigt sich, dass dieser Sturm nicht bloß auf den Passhöhen des Bernardin, Simplon, Bernina, Splügen und den am Südhang der Alpen gelegenen Stationen wie Faido, Bellinzona, Lugano, Mendrisio sehr reichliche Niederschläge herbeiführte, sondern auch auf der Nordseite des Gebirges im eigentlichen Föhngebiet fast überall von Regen oder Schnee begleitet war. Weniger ausgeprägt tritt dies hervor bei dem Herbstföhn vom 23. September 1866, dem wir nun uns zuwenden.

3. Föhn vom 23. September 1866.

Die Niederschlagserscheinungen, welche den Föhn vom 23. September begleiten, sind so heterogener Natur, dass es wohl der Mühe werth sein dürfte, auf die Ursachen derselben näher einzugehen und zu untersuchen, weshalb die Luft in dem einen Thalgebiet von ganz abnormer Trockenheit war, während sie in anderen ganz nahe gelegenen Gebieten so stark mit Feuchtigkeit gesättigt war, dass sie in reichlichen Regengüssen sich ihrer entledigen musste.

Um ein Gesamtbild von der örtlichen und zeitlichen Vertheilung sowie der Menge und Dauer der atmosphärischen Niederschläge zu geben, welche während unserer Föhnperiode in der Schweiz und den angrenzenden Gebieten Central-, Süd- und Westeuropas Statt fanden, sind dieselben in nachstehender Tabelle für eine Reihe europäischer Stationen zusammengestellt worden. Leider sind die hierbei verwertheten Beobachtungen durchaus nicht alle genau genug, um ein gleichmässig klares Bild von der Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge zu geben, beschränken sich vielmehr sehr oft auf ganz unbestimmte Angaben, die natürlich nur mit Vorsicht verwerthet werden dürfen und eine sichere Basis für weitere Schlussfolgerungen nicht abgeben können. Ferner ist zu bemerken, dass auf allen denjenigen Stationen des schweizerischen Beobachtungsnetzes, welche in dieser Tabelle unerwähnt geblieben sind, in der Zeit vom 20. bis 26. September Niederschläge überhaupt nicht Statt gefunden haben ¹⁾.

¹⁾ Dufour, l. c., p. 61—70.

Dove, über Eiszeit, Föhn und Scirocco, p. 103—106.

Station.	Tag.					
	21.	22.	23.	24.	25.	26.
Winterthur	—	Spuren	—	Spuren	—	—
Bözberg	Spuren	—	—	—	—	—
Altstätten	—	Spuren	—	—	—	—
Frauenfeld	—	Spuren	—	—	—	—
Altorf	—	—	—	4,7	—	—
Engelberg	—	—	—	—	4,5	—
Grindelwald	—	—	—	—	4,3	4,0
Le Sentier	—	5,0	—	—	—	—
Valsainte	—	Spuren	—	—	—	—
Genf	—	—	—	—	9,8	—
Montreux	—	—	—	—	—	7,5
Bex	—	—	—	—	—	2,3
Martigny	—	—	—	—	6,1	1,2
Sion	—	—	—	—	—	8,7
Reckingen	—	—	—	59,6	25,0	11,0
Gliss	—	—	—	39,5	28,6	14,3
Grächen	—	—	—	14,0	18,0	20,0
Zermatt	—	—	—	32,0	7,5	—
St. Bernhard	—	—	70,5	112,0	60,2	7,0
Simplon	—	—	20,0	57,0	61,5	68,0
St. Gotthard	—	—	45,0	20,0	59,0	—
Grimsel	—	—	starker Regen		—	—
Andermatt	—	—	—	—	88,0	—
Faido	—	—	14,4	42,0	8,0	—
Bellinzona	—	—	—	—	6,0	18,0
Lugano	—	—	—	—	6,6	29,7
Mendrisio	—	—	—	—	4,5	35,2
Castasegna	—	—	—	—	—	12,0
Sils	—	—	—	—	—	3,1
Stalla	—	—	—	—	—	2,7
Platta	—	—	—	41,7	3,0	—
Freudenstadt	schwach. Regen	—	—	—	starker Regen	—
Schopfloch	Spuren	Spuren	—	—	—	—
Leipzig	Regen	Regen	—	—	—	—
Besançon	—	—	—	Spuren	2,3	—
Dijon	—	Spuren	25	30	—	—
Dôle	—	—	—	2	—	—
Courlon	1,2	16	62	7	—	—
Lyon	—	1,1	—	18,0	1,0	—
Marseille	—	—	—	Regen	—	—

Station.	Tag.					
	21.	22.	23.	24.	25.	26.
Lissabon	—	4,2	7,5	—	Spuren	—
Palma	—	Spuren	—	5,1	Spuren	—
Brüssel	Regen	Regen	Regen	Regen	—	—
Greenwich	Spuren	1,2	—	Spuren	—	Spuren
Gröningen	9	14,5	8,0	3,7	1,0	—
Dünkirchen	Regen	Regen	Regen	—	—	—
Hâvre	Regen	Regen	Regen	—	—	—
Toulon	regne- risch	—	—	Regen	—	—
Bilbao	Regen	—	—	—	—	—
Montauban	—	—	Regen	—	Regen	—
Bordeaux	—	—	Regen	—	—	—
Bayonne	—	—	Regen	Regen	Regen	—
Antibes	—	—	—	Regen	—	—
Courmayeur	—	—	sehr reichlicher Regen	—	—	—
Châtillon	—	—	sehr reichlicher Regen	—	—	—
Aosta	—	—	18,3	30,5	22,5	4,0
Pallanza	—	3,0	1,5	2,0	76,0	19,0
Alexandria	—	—	—	—	30,4	10,2
Mondovi	—	—	1,0	14,8	2,4	24,8
Klagenfurt	—	—	14,0	67,0	0,6	—
Mailand	—	—	—	—	30,4	10,2
Genua	—	1,5	—	—	10,4	—
Ancona	—	—	—	—	6,0	21,0
Rom	—	—	—	—	—	6,0
Camerino	—	—	—	—	9,0	5,9
Neapel	—	—	—	—	—	16,0
Palermo	—	—	—	—	—	1,7
Athen	—	Spuren	—	—	—	—

Bei Betrachtung vorstehender Tabelle springt sofort in die Augen, dass nur auf einem ganz beschränkten Gebiet Regenfälle Statt fanden, in den meisten Thälern am Nordhang der Alpen und auf dem ganzen schweizerischen Hochplateau aber so gut als gar keine Niederschläge in der Zeit vom 20. bis zum 25. September zu verzeichnen waren, wie sich dies nach dem oben schon näher beleuchteten Zustande der Atmosphäre hinsichtlich ihrer relativen Feuchtigkeit nicht anders erwarten liess. Sehr reichliche Regen-

güsse fielen dagegen vom Montblancmassiv bis nach Graubünden, besonders am Südhang der Alpen zu Courmayeur, Aosta, Châtillon und im Tessin. Weniger reichlich sind die auf einigen hoch gelegenen Stationen des bündener Berglandes beobachteten Regenfälle. Auch ist zu bemerken, dass es zwischen dem 16. und 18. September, also kurze Zeit vor Eintritt unseres Föhnphänomens, auf dem Bernardin, dem Splügen sowie an einigen Orten des nördlichen Tirol, namentlich in Innsbruck stark regnete. Sehr stark war ferner der Regenfall in dem Gotthardgebiet und dessen Umgebungen. Auf der Passhöhe selbst betrug er in drei Tagen 124 mm, so dass die Hochseen austraten und die Poststrasse unfahrbar gemacht wurde. Zu Andermatt fielen in einem Tage 88 mm, zu Reckingen in drei Tagen 95 mm. Auch auf der benachbarten Grimsel regnete es stark; doch fehlt leider die genauere Angabe der Höhe der gefallenen Wassermenge ¹⁾. Von diesem Punkte ab beschränkt sich das Regengebiet fast ganz ausschliesslich auf die Thäler der walliser Alpen und wird nach Westen zu immer schmäler. Es fielen innerhalb dieses Gebietes auf dem Simplon binnen 4 Tagen 206,5 mm, zu Gliss in 3 Tagen 82 mm, zu Grächen in 3 Tagen 52 mm, zu Zermatt in 2 Tagen 39,5 mm, auf dem St. Bernhard in 4 Tagen nicht weniger als 249,7 mm Regen. Weiter westlich auf den im Norden der grossen Centralkette gelegenen Stationen des Faucigny und Chablais wie Sallanches, Samoens, Abondance sind keine erheblichen Niederschläge zu verzeichnen, während in den Umgebungen des Montblancmassivs und im Thal der Dora Baltea der Regen stromweis herabstürzte. Die Zone der stärksten Niederschläge, die während der in Rede stehenden Föhnperiode im Gebiet der Centralalpen fielen, verläuft also ziemlich parallel mit der grossen Grenzkette der Penninen, die das Wallis von Piemont scheiden, und zwar in der Weise, dass ganz besonders die vom Kamm dieser Bergkette nach Süden sich absenkenden Meridionalthäler stark überfluthet wurden, während die nordwärts zum Rhone sich niederziehenden walliser Seitenthäler entweder gar nicht oder nur theilweis und

¹⁾ Ueber die durch Föhn veranlassten Verheerungen, welche die Aare im berner Oberland und der Rhone im Wallis anrichteten, vergl. Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., I, p. 270.

zwar vorwiegend in ihren obersten Stufen von Niederschlägen getroffen wurden. Aus der einige Kilometer diesseits der Passhöhe im oberen Val d'Entremont gelegenen Cantine de Proz wird berichtet, dass der vom Winde gepeitschte Regen wie ein dichter Vorhang auf Berg und Thal sich herabgesenkt habe. Viel weniger reichlich waren schon die Niederschläge in dem 9 km von der Kammlinie der Penninen im Val d'Entremont gelegenen Weiler Bourg St. Pierre. Noch weiter thalabwärts in Liddes und Orsières regnete es gar nicht mehr und nur aus dem plötzlichen Anschwellen der Drance erkannten die Bewohner dieser beiden letztgenannten Dörfer, welch ungeheure Wassermassen im Hintergrund ihres Thales und auf den umliegenden Höhen gefallen sein mussten. Ganz ähnlich war es im benachbarten Bagnesthale. Auch hier beschränkten sich die starken Niederschläge des 23. auf die oberste Thalstufe von Chermontane und die sie umgebenden Bergmassivs des Grand Combin und der Otemma, während in Lourtier am unteren Ende des Thales den ganzen Tag über kein Tropfen Regen fiel. Etwas weiter nordwärts von der grossen Centralkette dehnt sich die Regenzone in der Nähe des Simplon aus. Aber auch hier sind es vorzugsweise die Gipfel der grossen Bergmassivs und die von ihnen gegen Süden zur Dora Baltea sich öffnenden Meridionalthäler, die die Hauptmasse der Niederschläge empfangen. Während auf dem Simplon 206,5 mm Regen fallen und die piemontesischen Seitenthäler von Tournanche, Challant und Gressoney von den plötzlich niederstürzenden Wassermassen überschwemmt werden, bleibt der zum oberen Rhonethal sich senkende walliser Nordhang der Penninen ebenso wie der Südabfall der berner Grenzkette fast gänzlich unberührt von wässerigen Niederschlägen. Sowohl in Leuk wie auch im Lötschenthale regnete es nur äusserst wenig und die argen Verwüstungen, welche der Rhone auch diesmal durch Ueberschwemmung des Thalgrundes im mittleren und unteren Wallis anrichtete, sind lediglich den aus Süden von den Penninen ihm zuströmenden Wildwassern zuzuschreiben, während die aus Norden von den berner Alpen herabkommenden Seitenbäche so gut wie gar nicht anschwellen. Ganz ebenso wie im mittelwallisischen Thalbecken verhielt es sich im oberen Rhonethal und Curten in Reckingen versichert ganz ausdrücklich, dass es nur auf der süd-

lichen Grenzkette der Penninen, nicht aber auf der nördlichen der berner Alpen geregnet habe. In den übrigen Theilen der Schweiz fiel nur wenig oder gar kein Regen; beachtenswerth ist es jedoch, dass am 22., also gerade an dem Tage, an welchem der Föhn allgemeiner sich geltend machte, in Beatenberg, Grindelwald, Brienz, Glarus, Schwyz, Winterthur, Altstätten und einigen anderen Stationen des schweizerischen Beobachtungsnetzes schwache Spuren von Regen zu constatiren waren. Am 24. regnete es in Altorf, wenn auch nur unbedeutend, und am 25. als der Föhn allgemein aufgehört hatte, fiel etwas Regen in Montreux, Bex, Genf und Engelberg.

Bereits in einem früheren Abschnitt, wo speciell vom Beginn der Luftbewegung die Rede war, haben wir gesehen, wie schon am 21. September auf einigen schweizerischen Stationen die ersten Anzeichen des beginnenden Föhns sich wahrnehmen liessen, wie derselbe am Morgen des 22. immer allgemeiner wurde und gegen die Mitte dieses Tages in fast allen Nordthälern der schweizer Alpen zum herrschenden Luftstrom geworden war, der die charakteristischen Merkmale seines Wesens, hohe Wärme und grosse Trockenheit, ganz unverkennbar an sich trug. In diesem Augenblick war auf dem Gebiet der Schweiz noch nirgends Regen gefallen weder auf den hohen Alpenketten, noch in ihren nach Süden sich öffnenden Meridionalthälern. Erst am folgenden Tage traten die Niederschläge ein, so dass also der heisse und trockene Luftstrom des Föhns bereits seit vielen Stunden über den Nordhang der Alpen sich herabstürzte, als auf den Hochgipfeln derselben die ersten Regentropfen zu fallen begannen. Auf den Stationen des südlichen Deutschland regnete es in den Tagen vom 20. zum 22. nur wenig und vom Beginn der Föhnperiode ab gar nicht mit Ausnahme von Freudenstadt. Im Westen des Jura dagegen wie in Frankreich überhaupt fielen in der Zeit vom 20. zum 26. September häufige und reichliche Regengüsse: so in Dijon am 22., 23. und 24., in Dôle am 24., in Courlon alltäglich vom 21. bis 24. Wie im oberen und unteren Saonebecken, wo es namentlich in Vesoul, Gray, Verdun, Bourg und anderen Orten viel regnete, hatte auch das central-französische Hochland und das Quellgebiet der Loire sehr reichliche Niederschläge aufzunehmen. Zu le Puy fielen am 24. September 29 mm Regen

und am folgenden Tage erreichte hier der Niederschlag sogar die ganz ungewöhnliche Höhe von 162,7 mm. Auch in Châtillon an der Loire fielen am 24. und 25. zusammen 74,5 mm Regen, während das Barometer am 23. seinen tiefsten Stand erreicht hatte. Die Folge dieser reichlichen Niederschläge waren furchtbare Ueberschwemmungen der Ströme. „In der Nacht vom 24. zum 25.“ — schreibt Brives — „sah ich meine Besetzung vollständig vernichtet, auf welche ich 25 Jahre Arbeit verwendet hatte. Die Loire und der Allier wuchsen unglaublich an durch einen 24 Stunden ununterbrochen dauernden Regen von 200 mm“ ¹⁾. Das Becken des Doubs dagegen hatte wenig oder gar keine Niederschläge aufzunehmen. Sehr reichlich aber sind dieselben während der Zeit vom 21. bis 26. auch in Belgien, Holland und England.

Was nun die Südseite der Alpen, namentlich die Appenninenhalbinsel betrifft, so haben wir schon weiter oben gesehen, wie in Courmayeur, Aosta, Pallanza und anderen unmittelbar am Südfuss der Alpen gelegenen Stationen die Niederschläge sehr reichlich waren. Ganz anders gestalten sich dagegen diese Verhältnisse weiter südwärts. Ueber dem grössten Theile Mittel- und Unteritaliens fiel in der ganzen Zeit vom 18. bis zum 25. September so gut wie gar kein Regen. Am 18. hatten Rom, Neapel, Ancona und einige andere Orte rasch vorüber gehende Gewitterstürme und am 19. und 20. wird zu Camerino schwacher Regen beobachtet. In den nächsten vier Tagen finden keine erheblichen Niederschläge Statt mit Ausnahme von Mondovi, wo am 23. und 24. etwas Regen fällt. Erst am 25. beginnen an mehreren Orten reichlichere Niederschläge zu fallen, die sich am 26. über ganz Italien ausdehnen. Etwas anders gestalten sich die Niederschlagsverhältnisse in dem weiter westlich gelegenen Mittelmeergebiet Europas. In Toulon und Bilbao fällt schon am 21. Regen, am 22. in Lyon, Palma und Lissabon, am 28. in Bayonne, Bordeaux und Montauban, am 24. in Antibes und Marseille. An allen diesen Orten aber sind die Niederschläge bis zum 24. nur unerheblich und werden erst von da an bedeutender.

Wir sehen also, dass unmittelbar vor Beginn unserer Föhnperiode im ganzen Mittelmeergebiet Europas nur unerhebliche

¹⁾ Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., I, p. 269.

Dove, über Eiszeit, Föhn und Scirocco, p. 106.

oder keine Niederschläge fielen und dass dieselben erst gegen das Ende dieser Periode auf einigen südlichen und südwestlichen Stationen reichlicher wurden. Hierdurch wird auch die Annahme ausgeschlossen, es könne der Föhn, vorausgesetzt, dass er überhaupt den Süden und Südwesten Europas passirte, bevor er nach der Schweiz gelangte, dadurch zum trockenen Winde geworden sein, dass er sich bereits in jenen südlichen und südwestlichen Gebieten Europas seiner Feuchtigkeit entledigte.

Fassen wir nun kurz die Ergebnisse der im Vorstehenden angestellten Untersuchungen der hyetometrischen Eigenschaften des Föhns zusammen, so zeigte sich, dass derselbe die Verdunstung beschleunigte, die relative Feuchtigkeit herabsetzte, in Folge dessen die Thau- und Reifbildung hemmte, die Wolkenbildung wenn gleich nicht gänzlich aufhob, so doch im Allgemeinen auf der Leeseite des Gebirges verminderte und hier in der Regel von Niederschlägen in Gestalt von Regen oder Schnee gefolgt war, während auf der Luvseite des Gebirges diese Niederschläge oft schon gleichzeitig mit dem Wehen des Windes auftreten.

V.

Föhnstaubfälle.

Nachdem in den vorstehenden vier Capiteln diejenigen Erscheinungen eingehender untersucht worden sind, welche insofern als wesentliche Eigenschaften des Föhns sich erwiesen haben, als sie diesen Wind bald mehr bald weniger ausgeprägt, immer aber wahrnehmbar begleiten und so zu charakteristischen Merkmalen geworden sind, an welchen derselbe stets erkannt und von anderen Luftströmungen unterschieden werden kann, wenden wir uns nun denjenigen Erscheinungen zu, welche nicht als wesentliche die Natur des Föhns bedingende, sondern nur als zufällige Eigenschaften bezeichnet werden können, da sie diesen Wind durchaus nicht immer, sondern nur in gewissen Fällen begleiten.

Unter diesen Begleiterscheinungen zufälliger Natur sind in erster Linie zu nennen jene mikroskopischen Körper, die bisweilen beim Wehen des Föhns die Atmosphäre erfüllen, eine trockene Trübung derselben verursachen und schliesslich als feiner staubartiger Niederschlag zur Erde gelangen, der unter dem

Namen Föhnstaub, Sciroccostaub oder Passatstaub bekannt ist und hinsichtlich seiner Natur und Herkunft der Gegenstand lebhafter wissenschaftlicher Erörterungen geworden ist.

Obgleich wir nun diese Staubfälle nicht als wesentliche den Föhn als solchen charakterisirende Merkmale, sondern mehr nur als zufällige Begleiterscheinungen anzusehen haben, so gehören sie doch mit in das meteorologische Charakterbild unseres Windes und dürfen schon deshalb nicht unberücksichtigt bleiben, weil sie durchaus geeignet sind, wichtige Aufschlüsse über Natur und Wesen, namentlich Ursprung und Herkunft desselben zu geben.

In den *Abhandlungen* ¹⁾ der Akademie der Wissenschaften zu Berlin giebt Ehrenberg eine sehr umfassende Uebersicht sämtlicher bisher bekannt gewordener Fälle von Passatstaub, Blutregen etc., die bis in die ältesten Zeiten zurückreicht, vielfach aber auf äusserst vage und unsichere Angaben sich stützt, aus denen keinerlei sichere Schlüsse auf die wahre Natur jener Ereignisse sich ziehen lassen. Ebenso referirt der genannte Gelehrte in den *Berichten* ²⁾ über die Verhandlungen der Akademie sehr eingehend über mehrere Fälle von Föhn-, Scirocco- oder Passatstaub, die um die Mitte unseres Jahrhunderts im Gebiete der Alpen sich ereigneten. Wir müssen uns hier damit begnügen, auf diese in den Sitzungs- und Monatsberichten der Berliner Akademie der Wissenschaften veröffentlichten Mittheilungen zu verweisen mit dem ausdrücklichen Bemerken, dass die in ihnen aufgestellten Theorien mit grösster Reserve aufzunehmen und mit äusserster Vorsicht zu verwerthen sind, um so mehr, als diesbezügliche neuere Forschungen den Nachweis geliefert haben, dass die von Ehrenberg gezogenen Schlüsse und Folgerungen theilweis auf ganz irrthümlichen Voraussetzungen beruhen.

Weit entfernt, die den Föhn von Zeit zu Zeit begleitenden Staubfälle in das Gebiet der ganz gewöhnlichen und alltäglichen Vorkommnisse von untergeordneter Bedeutung zu verweisen, stehen wir nicht an, dieselben für Naturereignisse von höchstem Interesse und grösster Wichtigkeit für die gesammte Erdphysik zu erklären. Selbst wenn man die Folgerungen, welche Ehrenberg aus den

¹⁾ Abh. d. Kgl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin a. d. J. 1847.

²⁾ Berichte üb. d. Verh. d. Kgl. Pr. Akad. der Wissensch. zu Berlin a. d. J. 1847, 1850 und 1851.

oben erwähnten Untersuchungen des in den Alpen gefallenen Föhn- oder Passatstaubes über Natur und Herkunft dieses Staubes abgeleitet, nicht durchweg acceptiren kann; selbst wenn man den Schluss, dass dieses oder jenes mikroskopische Lebewesen, welches mit dem Föhnstaub nach den Alpen gelangte, nothwendiger Weise deshalb westindischen oder gar amerikanischen Ursprungs sein müsse, weil es in Westindien oder Amerika vorkommt, so lange, wenn nicht als einen Fehlschluss, so doch mindestens als einen verfrühten bezeichnen muss, bis der Nachweis geführt ist, dass jene fraglichen Lebewesen nicht auch in anderen näher gelegenen Ländergebieten vorkommen, ein Nachweis, der wohl nicht so leicht zu erbringen sein dürfte; selbst wenn man also vorläufig noch dahingestellt lässt, was es mit der Herkunft von Ehrenbergs Föhn-, Scirocco- und Passatstaub für eine Bewandniss hat, ob derselbe direct von Amerika und den westindischen Inseln kommt oder aus gewaltigen Staubnebelmassen, die nach Ehrenbergs Ansicht in der tropischen und subtropischen Zone wolkenartig in der Luft schweben und dort die Atmosphäre beständig erfüllen, ob er endlich aus Afrika oder noch näher gelegenen südeuropäischen Ländergebieten bis zu den Alpen geführt werde und dort niederfalle, so wird man doch die Möglichkeit nicht in Abrede stellen können, dass leichte zu Staub zerriebene Theilchen organischer Lebewesen und mit ihnen wohl auch Pflanzensamen und lebensfähige thierische Körper durch den unter den Tropen beständig aufsteigenden Luftstrom bis in die oberen Regionen der Atmosphäre emporgehoben, dann durch Südwestwinde bis in die Gegend der Alpen weiter geführt werden und dort in Begleitung wässeriger Niederschläge oder beim Eintritt von Windstille, die durch Gegenströmungen hervorgerufen wird, zur Erde gelangen können. Mag man nun in Bezug auf Ursprung und Herkunft des Föhnstaubes dieser oder jener der oben ausgeführten Annahmen sich zuwenden, soviel steht jedenfalls fest, dass durch jene Föhnstaubfälle den Alpen von Zeit zu Zeit fremde Stoffe zugeführt werden, die ihnen ursprünglich nicht angehören¹⁾. Da nun die Analyse dieser Stoffe ergeben hat, dass unter den zahllosen Resten und Bruchstücken mikroskopischer Organismen, die

¹⁾ Hann, Handbuch der Klimatologie, p. 433.

zum grössten Theil nicht mehr lebensfähig sind, doch zuweilen auch keimfähige Sporen, Blüthenstaub und leicht bewegliche Pflanzensamen, ja selbst lebensfähige Thierformen sich vorfinden, die in anderen entlegenen Erdgebieten heimisch sind, so ist damit die Möglichkeit einer mannigfachen Belebung der höchsten Regionen des Alpengebirges durch exotische Thier- und Pflanzenformen nachgewiesen, die, wenn sie hier keimfähigen Boden und die für ihre Existenz erforderlichen Bedingungen erfüllt finden, sich weiter entwickeln und die Stammeltern neuer von fern her eingewanderter Geschlechter bilden können.

VI.

Elektrische, magnetische und seismische Phänomene.

Im Nachstehenden wenden wir uns einer anderen Gruppe von Erscheinungen zu, welche ohne Zweifel mit dem Föhnphänomen selbst in ursächlichem Zusammenhang stehen, aber ebenso wie die Staubbälle insofern nicht als wesentliche, sondern mehr nur als zufällige Merkmale des Föhns bezeichnet werden können, als auch sie nicht immer, sondern nur in gewissen Fällen unseren Wind begleiten. Es sind dies zunächst elektrische Erregungen, die sich in der Regel in Gewittererscheinungen kundgeben, sodann magnetische Störungen, die in einem speciell zu besprechenden Fall als Nordlicht sichtbar werden und endlich seismische Phänomene, die man kurzweg als Erdbeben zu bezeichnen pflegt. Wir betrachten diese Erscheinungen in der Reihenfolge, in welcher sie eben genannt wurden.

1. Elektrische Phänomene.

„Und nun stellt sich das Seitenstück zur ‚heiligen Frühe‘ ein, die schwüle Dämmerstunde des Abends. Die Sonne ist unter und giesst einen letzten purpurnen Feuerschein über Land und Wasser. Strahlenbündel goldig flammend wie Raketengarben brechen durch den Dunst der Ferne und verlieren sich hoch oben im unendlichen Raume. Ueber die Kante der Inselberge hinweg sieht man schweres Gewölk mit einem Feuersaum nach oben. Zuletzt wird die Wolkenwand so dunkel wie die Küstensilhouette von Cherso,

hinter der jene allmählig emportaucht. Das jähe Aufklatschen des schlaffen Segels an den dünnen Mast macht uns stutzen, so sehr haben wir uns an die Meeresstille gewöhnt. Aber es ist nichts — kaum mehr als ein erster Seufzer der gemach einschlummernden Natur. Allmählig verblasst die Sonnengloriole und der letzte Rest des goldigen Dampfes verknistert in der Höhe, wo nun ein tiefes Blau zum Durchbruch kommt. Die Küsten, mehr und mehr umdunkelt, rücken gleichsam in immer grössere Ferne, als wollten sie vollends unseren Blicken entschwinden. Plötzlich flammt der ganze Gesichtskreis in einem Feuerschein auf. Geblendet halten wir die Hand vor die Augen und fühlen uns beängstigt. Der Steuermann giebt zu diesem Phänomen unaufgefordert die gewünschte Erklärung: *Lampi sciroccali*! Schon die nächste Secunde bringt einen zweiten Flammenblick, in welchem Ufer und Berge gespenstisch aufleuchten, um augenblicklich wieder hinter schwarzen Schatten zu verschwinden. Solches Wetterleuchten in schwüler Sommernacht ist das grossartigste Schauspiel, das man in diesem Meere geniessen kann. Alle anderen Zauber verschwinden gegenüber diesem gleichsam leidenschaftlichen Aufflammen des Horizontes, gegen dieses Aufjauchzen der elektrischen Lichtquelle im fernen dunstig zusammengeballten Sciroccogewölk.“

So schildert v. Schweiger-Lerchenfeld ¹⁾ in seinen geistvollen Naturidyllen von der Adria, die er unter dem Titel *Abbazia* veröffentlicht hat, die elektrischen Erscheinungen, welche an der Küste des adriatischen Meeres das Nahen des Scirocco verkünden. Ganz ähnliche elektrische Erscheinungen gehen, wie wir bereits früher gesehen haben, auch dem Föhn der Alpen voraus und deuten auf einen ursächlichen Zusammenhang, eine gewisse Wesensverwandtschaft zwischen beiden Sturmphänomenen, die ebenso oft behauptet als bestritten worden ist. Wie das lautlose Lichtspiel dieser *lampi sciroccali*, die in schwülen Sommer Nächten oft Stunden lang den ganzen südlichen Horizont umzucken, ohne dass auch nur der leiseste Laut eines nachfolgenden Donners zu hören wäre, dem Bewohner der Mittelmeerländer das Nahen des gefürchteten Gastes verkündet, der die Sinne umschláfert und die Kräfte lähmt, so erkennt auch der Aelpler an

¹⁾ v. Schweiger-Lerchenfeld, *Abbazia*, Wien 1883, p. 54.

dem stummen Wetterleuchten, das oft Nächte lang die Gipfel seiner Berge umzittert, die nahe bevorstehende Ankunft des Föhns.

In der Nacht vor dem furchtbaren Föhnorkan, der am 18. Juli 1841 fast die ganze Alpenkette von Lyon bis Wien durchraste und seine verheerenden Wirkungen bis weit nach Deutschland hinein ausdehnte, wurde nicht nur an den Ufern des Bodensees, sondern auch in anderen Gegenden am Nordfuss der Alpen ein fast ununterbrochenes heftiges Wetterleuchten wahrgenommen ¹⁾. Auch vor dem grossen Dreikönigsföhnsturm vom 6. und 7. Januar 1863 war die ganze Atmosphäre im Norden der Alpen elektrisch sehr erregt ²⁾. In den Gebirgen, die das Becken des Vierwaldstättersees umgeben, namentlich im Thal von Unterwalden wird das Nahen des Föhns, der hier gewöhnlich aus dem Haslithale über die niedere Gebirgsschwelle des Brünigpasses hereindringt, an der elektrischen Erregung erkannt, in welche er die Atmosphäre bisweilen versetzt. Am Abend solcher Tage voll föhnschwangerer Wetterschwüle beginnt hier regelmässig nach Sonnenuntergang ein eigenthümliches Wetterleuchten, das ebenso stumm und lautlos die Gipfel der Berge umflattert wie die *lampi sciroccali* der Mittelmeerländer die Wetterwände schweren Scirocogewölks zerreißen, ohne dass es zu einer eigentlichen Gewitterbildung kommt ³⁾. Derartige elektrische Entladungen gehen aber dem Föhn nicht bloß bisweilen voraus, sie begleiten ihn auch sehr häufig als gleichzeitige Erscheinungen.

Schon Lusser sagt ⁴⁾: „Der Föhn ist ein Wind, der beständig der Richtung von Süden nach Norden folgt und an Stärke alle anderen Winde, welche in unserer Gegend vorkommen, übertrifft. Welches dabei die Ursache des gestörten Gleichgewichtes

¹⁾ Rogg, das Becken des Bodensees; Peterm. geogr. Mitth., 1863, I. p. 2.

²⁾ Dove, über die Witterungserscheinungen des Winters 1862/63; Monatsber. d. Kgl. Pr. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1863, p. 64.

Dove, das Gesetz der Stürme, p. 235.

Dove, über Eiszeit, Föhn und Scirocco, p. 40.

³⁾ Christ, ob dem Kernwald, p. 63.

⁴⁾ Lusser, Bemerkungen über den Föhnwind; Gilberts Annalen der Physik, LXVI, p. 417.

Lusser, Beobachtungen über den Föhnwind; Meissners naturw. Anz. d. allgem. schw. Ges., III, p. 77.

der Luftschichten sei, vermag ich nicht nachzuweisen; wahrscheinlich wirken mehrere Ursachen gleichzeitig und Elektrizität spielt hierbei wohl die Hauptrolle, indem die Atmosphäre gleichsam in Gährung ist.“

Dieser von Lusser mit Gährung bezeichnete Zustand der Atmosphäre, welcher elektrische Entladungen zur Folge hat, wird ohne Zweifel in sehr vielen Fällen dadurch hervorgerufen, dass der Föhn mit Luftströmungen zusammentrifft, die nicht nur aus entgegengesetzter Richtung auf ihn eindringen, sondern auch ganz andere physikalische Eigenschaften haben als er. In der grossen von der Aare durchströmten Querrinne des Haslithales, die von der Passhöhe der Grimsel in weit geschwungenem Bogen zum Becken des Brienzersees sich hinabziehend das Finsteraarhornmassiv gegen Osten umschliesst und einen der hauptsächlichsten Föhnkanäle bildet, kann man diesen Zusammenstoss des von der Grimsel sich herabstürzenden Föhns mit der thalaufwärts ihm entgegen dringenden Bise sehr häufig beobachten und der bei diesem Zusammenstoss sich entspinnde Kampf der beiden entgegengesetzten Luftströmungen ist selbst mitten im Winter nicht selten von derartigen elektrischen Erscheinungen begleitet, bei denen nur die Blitze zu sehen sind, von einer sie begleitenden Detonation aber nichts zu vernehmen ist. So berichtet Schatzmann ¹⁾ in der Charakteristik des Föhns, die er in seiner Schrift über die schweizerische Alpwirtschaft giebt, dass sein Freund Erlach diese Erscheinung im gleichen Winter wiederholt beobachtete, einmal am 7. Januar 1848 Abends 9 Uhr auf dem Kircheth, das andere mal an einem Märzabend auf Zuben ²⁾. Dieselbe Ursache, das Zusammentreffen entgegengesetzter Luftströmungen, die hier auf einem ganz beschränkten Thalgebiet jene elektrischen Erscheinungen hervorruft, setzt, wenn sie im grossartigsten Massstabe wirkt, von Zeit zu Zeit Naturschauspiele in Scene, deren Schauplatz nicht selten ganze Continente umfasst.

Auch der grosse Herbstföhn vom 23. September 1866, den wir schon von den verschiedensten Gesichtspunkten aus beleuchtet haben, war, wenn gleich nur stellenweis, doch an verschiedenen

¹⁾ Schatzmann, l. c., I, p. 90.

²⁾ Erlach, meteorologische Notizen aus Meyringen; Mitth. d. naturf. Ges. in Bern aus dem Jahre 1848; Bern 1848, No. 140 u. 141.

Orten von elektrischen Entladungen begleitet. So wüthete zu Marseille am 24. von 8 Uhr Abends bis Mitternacht ein heftiger Gewittersturm unter Donner und Blitz. Um dieselbe Zeit wurden auch auf dem Simplon, zu Dijon und im Jura elektrische von Detonationen begleitete Entladungen wahrgenommen, wogegen die Stationen des schweizerischen Beobachtungsnetzes, die innerhalb des eigentlichen Herrschaftsgebietes des Sturmes sich befinden, nichts von elektrischen Erscheinungen verzeichnen. Das Gleiche gilt von den Ostalpen und den Ländern an ihrem Nordfuss ¹⁾).

Bei Weitem stärker und charakteristischer ansgeprägt waren die elektrischen Phänomene, die kurze Zeit darauf von Heim bei einem vom Föhn herbeigeführten Gewitter auf dem Gipfel der grossen Mythe beobachtet wurden. Da dasselbe mit seinen ganz eigenthümlichen Erscheinungen den charakteristischen Typus eines Föhngewitters darstellt, so entnehmen wir der anschaulichen Schilderung, welche der genannte Beobachter im *Jahrbuch des schweizerischen Alpenclubs* ²⁾ von diesem grossartigen Naturschauspiel entwirft, nachstehende Einzelheiten.

„Es war Donnerstag den 4. October 1866 Nachmittags. Schon 24 Stunden lang weilte ich dicht in Nebel gehüllt auf dem Gipfel der grossen Mythe. Ganz in der Ferne gegen Süden hin hörte ich dumpf donnern. Das Gewitter schien schon recht nahe, obgleich das Licht des Blitzes noch nicht den dichten Nebel bis zu meinen Augen zu durchdringen im Stande war. Bald war die Nacht gekommen. Ich schloss die Läden des Häuschens zu, da eben flammt der Blitz an den nächsten Felsen — trotz des schon angezündeten Kerzenlichts beissts wie Gift in den Augen, ein heller Knall schmettert nach, alles flammt auf, die Donnerschläge überstürzen sich völlig, alles dröhnt, alles wankt, alles bebt. Jetzt folgte ein Moment absoluter Ruhe. Ich schlug den letzten Laden auch noch zu und fing zum Zeitvertreib an, einen ganz gemüthlichen Brief nach Hause zu schreiben. Das Gewitter nahm an Stärke zu; wie krachte da der Donner, schnell Schlag

¹⁾ Dufour, l. c., p. 76—77.

Dove, über Eiszeit, Föhn und Scirocco, p. 104.

²⁾ Heim, ein Gewitter im Gebirge; Jahrbuch des S. A.-C., IV, p. 519.

auf Schlag, dass es Einem ordentlich unheimlich zu Muthe werden konnte. Dazu klirrten die Scheiben tüchtig. Mit einem male prasselte der Hagel aufs Dach; die vier Geissen des Lieni rannten vor die Thüre und begehrten scharrend Einlass; ich öffnete und sogleich stürzten sie herein. Jetzt fiel mir ein, dass ich noch mein Thermometer im Freien an nur halb geschützter Stelle am Rande des Abgrundes zwischen zwei Steinen hatte. Ich schlug den Shawl über den Kopf und lief schnell hinaus. Die Blitze blendeten so, dass ich rein nichts sehen konnte; meine Hand griff dennoch gleich richtig. Geblendet von den Flammen der Blitze wäre ich beim Eintreten mit dem Thermometer in der Hand fast über eine der Ziegen weggefallen und war zuerst durchaus nicht im Stande die Temperatur abzulesen. Ich schüttelte die Hagelkörner aus den Falten meines Shawls. Die Temperatur draussen war schon auf $+ 10^{\circ} \text{C}$ gesunken, während ich Nachmittags 3 Uhr die Temperatur $+ 18^{\circ} \text{C}$ abgelesen zu haben glaube. Es fiel mir auf, dass die Ziegen immer in der Luft herumschnupperten. Jetzt kams aber arg. Regen und Hagel prasselten stossweise aufs Dach und an die Wände. Ein kurzer Ton, wie wenn ein Steinmetz einen tüchtigen Streich auf den Meissel giebt, war ganz nahe an der Hütte hörbar. Zuerst erschrak ich; das hatte ich noch nie vorher gehört. Dann krachte wieder der Donner so entsetzlich, dass mir fast Hören und Sehen verging und das ganze Häuschen, das doch schon den tobenden Föhnstürmen von 1865 ganz famos Stand gehalten hat, bebte vom Schalle. Steine polterten in die Abgründe. Keinen Augenblick hörte das enorme Knattern des Donners auf. Ein Rollen war es nicht mehr, eher ein Bellen der Lüfte. Oft war es, als stürzte das ganze kühne Gebäude der Mythe zusammen und doch blieb sie in ihrer Hauptmasse so fest. Zweimal, glaube ich, hat der Blitz in den Felsblock, an den das Häuschen angeschraubt ist, eingeschlagen und ungezählte male in die drei anderen hervorragenden Felsblöcke des Gipfels, die alle nicht 15 Schritte vom Häuschen entfernt sind. Ich war hier oben auf dem höchsten Gipfel eines frei stehenden kühn in die Lüfte hineinragenden Berghornes wenigstens eine Stunde von jedem menschlichen Wesen entfernt in Mitte der ununterbrochen dröhnenden Welt, allein mit Gott und der Natur. Ich bin nicht im Geringsten ängstlich bei

Gewittern; schon mehrere starke habe ich auch im Gebirge mitgemacht, mich an dem prächtigen Rollen des Donners und an den lustig zuckenden Blitzen erfreut und andere, die fast zitterten, hätte ich ob ihrer Furcht auslachen mögen. Hier aber wusste ich des Bestimmtesten, dass es fast wunderbar zugehen musste, wenn nicht das kleine Häuschen mit Inhalt zertrümmert würde, da es nur wenig tiefer — etwa zehn Fuss — als die oberste Spitze steht, einen hervorragenden Punkt bildet und die Blitze naturgemäss fast immer in den Mythengipfel schlagen; zudem war es damals noch mit keinem Blitzableiter versehen. Was in mir jetzt vorging, was ich in meinem Briefe noch schrieb, gehört nicht hierher; doch ich verlor die Ruhe nicht und war auf alles gefasst. Unterdessen wettete es wo möglich noch ärger. Einmal leuchtete der Blitz durch die feinen Spalten des Fussbodens; ganz gleichzeitig schmettete der Donner mit erneuerter Macht, die Bank, auf der ich sass, wurde mit mir aufgerüttelt, ich wurde völlig taumelig für einen Augenblick. Die Ziegen drängten sich in eine Ecke. Offenbar war dies eine Explosion in grösster Nähe. Der Blitz muss am Fundament des Hauses zwischen den Steinen durch schief herunter in den Keller gefahren sein. Sehr bald nachher glaube ich deutlichen Ozongeruch wahrgenommen zu haben. Mein Gewitter war kein so schnell vorübergehendes; denn schon mehr als eine lange Stunde ging es gleichmässig fort. Um 8 Uhr nach fast zwei Stunden langem immer gleichmässig argem Toben gab das Gewitter ein wenig nach. Es zog offenbar weiter. Regen fiel noch in Strömen und hat so gewiss auch das Seine zur Entladung der angehäuften entgegengesetzten Elektrizitätsmassen von Wolken und Erde beigetragen. Bald hallte der Donner entfernter von Fels zu Fels, dann nur noch dumpf in der Ferne — das Gewitter war vorbei und ich so zu sagen zum zweitenmal geboren; denn daran, dass ich noch davon kommen würde, dachte ich nicht im Entferntesten mehr. Es ist, ich darf es sagen, eine grosse und segensreiche Lebenserfahrung sich einmal so an das Ende des irdischen Daseins gestellt zu sehen; zudem ist mir ein Naturschauspiel zu Theil geworden, wie es Wenigen vergönnt ist; ja stets erinnere ich mich mit dankbarem Herzen an die sonderbare Gemüthsstimmung, die mich auf diesem „Wolkenstuhl“ mächtig gerufen hat, und an die unvergesslich bis ans Ende meiner

Tage in meiner Erinnerung glänzenden zwei heilig schaurigen Stunden.

Zwischen 6 und 8 Uhr sah man von Zürich und gewiss auch von vielen anderen Theilen der Nordschweiz in der Richtung gegen die Mythen anhaltendes heftiges Wetterleuchten und eine Zeit lang auch in der Richtung des Pilatus. Ueber dem Pilatus muss ein kleineres von diesem Gewitter unabhängiges ausgetobt haben. Das Mythengewitter erreichte Nachts 10 Uhr Zürich und brachte den Leuten dort noch eine schwache Ahnung von seiner verschollenen aufgezehrten Macht bei so wie der Waldstrom in seiner Jugend im Gebirge tobt und rast, doch nur noch ruhig und schwach fließt, wenn er seine Berge verlassen hat. Im Vor- und Flachland nennt man aber das doch noch gewaltig, was in den Alpen nur Spielwerk ist. Auch in Schwyz soll seit lange kein solches Gewitter erlebt worden sein und die Zeitungen berichteten es deshalb in die Ferne. Nach allen Zeit- und anderen Angaben zu schliessen muss eine starke Gewitterwolke oder, da eigentlich fast die ganze Gegend in Nebel lag, eher eine weit verbreitete dichte Dunstmasse das Urithal herabgekommen sein. Die Wolke ging offenbar sehr tief und blieb dann mit ihrer Hauptmasse über Schwyz am unteren Theil der Mythe hangen. So tobte das Gewitter zuerst über Schwyz und die Blitze zuckten aufwärts zu mir. Ein ganz schwacher Föhnluftzug, dem durch die schiefe Fläche der ansteigenden Mythe die Richtung nach oben ertheilt worden ist, wobei durch die ungleiche Abkühlung erzeugte Luftströme mitgewirkt haben mögen, machten die Wolke langsam an der Mythe hinaufgleiten. Der Mythengipfel als Spitze bot nicht mehr den vollständigen Widerstand dar, die Wolke wie der Föhn umfloss ihn und langsam aber sehr langsam erst nach zwei Stunden verliess sie ihn ganz und zog dann bald schneller durch einen eben eintretenden ziemlich lebhaften Luftstrom getrieben nördlich in die weite Ferne. Als wir am Morgen nachsuchten, fanden wir auch nicht eine Spur in den Steinen oder anderwärts, wo der Blitz eingeschlagen hätte, während am rothen Nollen von früheren Gewittern her zwei deutliche Löcher im Felsen sind und ringsum der Stein schwarz heruntergeschmolzen ist.“

Häufiger und heftiger noch als an der Nordseite der Alpen

treten diese FöhnGewitter mit Beginn des Herbstes an der Südseite des Gebirges auf.

Ganz besonders reich an solchen verheerenden FöhnGewittern war der Herbst des Jahres 1868 ¹⁾. Nachdem schon seit Mitte September der Föhn in den Hochgebirgen der schweizerischen Centralalpen andauernd geherrscht und reichliche Niederschläge herbeigeführt hatte, häuften sich am Abend des 27. September die vom Föhn herbeigeführten Gewitterwolken immer dichter um die Gipfel des Adulamassivs und der benachbarten Gebirgsstöcke, zogen sich allmählig zu finsternen undurchdringlichen Wetterwänden zusammen, die nach den Aussagen der Hirten hier kohlschwarz, dort röthlichbraun, da dunkel-violettblau aussahen, und entluden sich während der darauf folgenden Nacht in unaufhörlichen wolkenbruchartigen Regengüssen ²⁾.

Dieselben Vorgänge wiederholten sich in den ersten Tagen des folgenden Monats, namentlich am 3. und 4. October zum zweitenmal und führten so jene furchtbaren Wasserverheerungen herbei, deren Spuren noch jetzt in den Thälern des Vorderrheins, des Rhone und des Tessin aller Orten zu erkennen sind. Während der ganzen siebenundzwanzigtägigen Periode fast ununterbrochener Föhnregen, welche die Zeit vom 13. September bis zum 9. Oc-

¹⁾ Arpagaus, die Hochwasser des Jahres 1868; Chur 1870.

Bandlin, die Verheerungen der rhätischen Alpenthäler durch Wasser und Menschen.

Berichte der Expertencommissionen über die Ursachen und den Betrag des durch die Ueberschwemmungen im Jahre 1868 in den Cantonen Uri, St. Gallen, Graubünden, Tessin und Wallis angerichteten Schadens; Bern 1869.

Coaz, die Hochwasser im September und October 1868 im bündnerischen Rheingebiet; Leipzig 1869.

Hann, über die Witterungsverhältnisse und die Niederschläge vom 11. September bis 10. October 1868; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., III, p. 573.

Salis, das Hochwasser im Jahre 1868; Jahrbuch d. S. A.-C., V. p. 572.

Wolf, Regenmenge in der Schweiz vom 17. September bis 6. October 1868; Zeitschr. der österr. Ges. f. Met. III, p. 582.

²⁾ Coaz, die Hochwasser im September und October 1868, p. 62.

tober umfasst, wurden an folgenden Orten Gewittererscheinungen beobachtet ¹⁾).

In Splügen den 18. und 27. September und 3. October					
„ Medels	„	27.	„	„	1. und 3. October
„ Chur	„	27.	„	„	2. „
„ Castasegna	den	28.	„	„	2. „
„ Sils	„				4. „
„ Brusio	„	22.	„	„	2. „

Es ergibt sich hieraus, dass das FöhnGewitter, welches in der Nacht vom 27. zum 28. September losbrach, von dem Adulamassiv, das seinen Centralherd bildete, über den grössten Theil des Cantons Graubünden sich ausdehnte und namentlich im Gebiete des Hinterrheins sehr reichliche Niederschläge verursachte, während die Hochgewitter des 3. October mehr die Thäler des Vorderrheins und des benachbarten Wallis mit ihren Regengüssen überflutheten. Erst wenn man erfährt, dass diese FöhnGewitter allein auf dem Bernardin in den ersten fünf Tagen des October eine Niederschlagsmenge von 671 mm lieferten, nachdem hier schon vorher in der zweiten Hälfte des September nahezu 1000 mm und am 28. September allein bei einer Temperatur von $+ 5^{\circ} \text{C}$ 254 mm Regen gefallen waren, werden die Verheerungen, die diese Hochgewitter anrichteten, begreiflich ²⁾).

Dass in der That nichts anderes als die reichlichen Niederschläge dieser Hochgewitter und die von dem heissen Hauch des Föhns und dem warmen Regen verstärkte und beschleunigte Abschmelzung der im Gebirge aufgehäuften Schnee- und Eismassen die Hauptursachen jener Ueberschwemmungen und der durch sie hervorgerufenen Verheerungen gewesen sind, das bezeugen mit grosser Uebereinstimmung die officiellen Berichte der eidgenössischen Expertencommissionen, welche die Ursachen der Hochwasser und den durch sie angerichteten Schaden zu ermitteln hatten. So berichtet die Section Graubünden auf Grund ihrer an Ort und Stelle vorgenommenen Untersuchungen: „Die Hochwasser des Vorderrheins

¹⁾ Coaz, die Hochwasser im September und October 1868, p. 64.

²⁾ Koch, die Ursachen der Hochwasserkatastrophe in den Südalpen; Zeitschr. d. deutsch. und österr. Alpenvereins 1883, p. 145.

etc. waren vom 26. September bis 6. October in Folge andauern-der mächtiger Regen und der vom Föhn bewirkten Gletscherschmelze mit einer Wucht aus ihren Betten getreten, dass sie mit unwiderstehlicher Gewalt das Werk einer grauenhaften Zerstörung angerichtet haben“¹⁾. Im Generalbericht, den die Section IV über die Schätzung des Wasserschadens im Canton Tessin südlich von Biasca erstattet, heisst es: „Frägt man nach der Ursache der diesjährigen Katastrophe, welche so vieles Elend über diesen Canton gebracht hat, so ist dieselbe zunächst eine Folge der Ende September und Anfang October drei Wochen lang anhaltenden Regengüsse; ein ausserordentliches Schmelzen der Gletscher konnte nicht constatirt werden“²⁾.

Uebereinstimmend hiermit äussert sich Ingenieur Blotnitzki als Mitglied der Section Wallis über die Ursachen der Hochwasser, die am 3. October das Rhonethal überschwemmten: „Entgegen der oft geltend gemachten Behauptung, als ob das ungewöhnlich rasche Schmelzen der Gletscher bei warmem Regen jeweilen die Hauptursache der Ueberschwemmungen sei, muss hier die Thatsache constatirt werden, dass in der Nähe dieser so hoch geschwollenen Bäche sich so zu sagen keine Gletscher befinden, so dass also nur der massenhafte zwei Tage andauernde Regen, welcher den vom Föhnwind aus Italien hergetriebenen Gewitterwolken entströmte, das Anschwellen der Gewässer und somit die Ueberschwemmung verursacht haben kann“³⁾. Fast gleichlautend hie- mit sagt derselbe Experte in seinem abschliessenden Resümé der Ursachen der Ueberschwemmung vom 3. October: „Die erste und wesentlichste Ursache solch plötzlicher und kolossaler Ueberschwemmungen sind die aus den vom Föhnwind von Italien herbeigewehten Gewitterwolken in den Alpen sich ergiessenden massenhaften Regen. Diese Ursache muss namentlich für das Rhonethal als massgebend bezeichnet werden“⁴⁾.

¹⁾ Berichte der Expertencommissionen etc., Sect. III, Abt. a. p. 58.

²⁾ Ibid. Generalber. der Sect. IV üb. die Schätzung des Wasserschadens im Canton Tessin, p. 101.

³⁾ Bericht der Expertencommission über die Ueberschwemmungen im Canton Wallis, p. 152.

⁴⁾ Ibid. p. 167.

Genau auf dieselben Ursachen sind auch die Hochwasser und Stromüberschwemmungen zurückzuführen, die im September und October 1882 in den Südthälern der Ostalpen so furchtbare Verwüstungen anrichteten und ganze Thaldistricte der Art verheerten, dass sie auf Menschenalter hinaus uncultivirbar, stellenweis sogar unbewohnbar geworden sind. Wie im Herbst des Jahres 1868 gewaltige Föhngewitter es waren, die nach voraufgehenden anhaltenden Regengüssen die furchtbaren Verheerungen in den Thälern Graubündens, des Tessin und des Wallis verursachten, so war es auch diesmal in erster Linie der Föhn mit den von ihm erzeugten regenreichen Gewittern, der in den Ostalpen die entsetzlichen Katastrophen hervorrief. Während damals die Adulagruppe und die umliegenden Gebirgsmassivs der schweizerischen Centralalpen der Bildungsherd jener gewaltigen Hochgewitter waren, die ganze Cantone verwüsteten, warfen sich diesmal die Luftströme des Föhns, der in Tirol Scirocco, in Kärnthen Jauck genannt wird, wenigstens im Anfange mehr ostwärts gegen die vergletscherten Gebirgsstöcke der österreichischen Alpen und erzeugten hier jene stundenlang anhaltenden Hochgewitter, die sich in sündfluthartigen Regengüssen über den Südthälern Tirols und Kärnthens entluden und jene Verwüstungen anrichteten, deren Spuren noch nach Jahrhunderten erkennbar sein werden.

Einen Beleg für die Richtigkeit der oben aufgestellten Behauptung, dass auch diesmal nichts anderes als der in den Ostalpen sonst seltenere Föhn und die von ihm herbeigeführten Hochgewitter mit ihren überreichen Niederschlägen sowie der verstärkten Schnee- und Gletscherschmelze die Hauptursache jener traurigen Katastrophen waren, die binnen wenig Stunden blühende Thaldistricte in eine einzige Steinwüste verwandelt und die Bevölkerung ganzer Ortschaften all ihrer Habe beraubt haben, liefern die nachstehenden Berichte über die begleitenden meteorologischen Erscheinungen, welche in jener Unglückszeit beobachtet wurden ¹⁾. Während des ungeheuren Regenfalles, welcher auf der Südseite der mittleren Alpenkette am 15., 16. und 17. September nieder-

¹⁾ Koch, l. c., p. 136.

Mitth. d. deutsch. u. österr. A.-V. 1882, No. 9, p. 290.

ging, herrschte im Allgemeinen beständig Südostwind. Nur am 13. fiel Nordwind ein. Reichlicher Schnee bedeckte die Berge bis zum 15., wie Hann auch von Tarvis berichtet ¹⁾. Die Regengängen des 15. und 16. fielen in den Höhen auf eine mächtige Schneelage. Der sich einstellende Scirocco — Föhn — leistete auch das Seinige im Abschmelzen des Schnees. Schwüles Föhnwetter herrschte auf der Nordseite der Alpen früher schon und zwar am 11., 12. und 13. untermischt mit vereinzelt Regenfällen. Am Morgen des 12. stand ein barometrisches Minimum von 750 mm über Holland, ein Maximum von 770 mm über dem nordöstlichen Russland. Hier hielt es sich unverrückt bis zum 15., steigerte sich am 16. auf 774 mm und blieb dann constant. Am 13. stand ein Minimum von 750 mm über Centraleuropa, am 14. über den Alpen, ein zweites tieferes bei unverändertem Maximum über der Nordsee. Am 15. lag ein Minimum von 750 mm über dem Golf von Genua, ein zweites am Nordfuss der mittleren Kalkalpen. Am 16. befinden sich zwei flache Minima über Mitteleuropa und Norditalien bei einem bis auf 774 mm steigenden Maximum im Nordosten Europas. Am 17. liegt ein Minimum von 756 mm über Nord- und Mittelitalien, hält sich am 18. über Oberitalien und Steiermark und zieht sich am 19. nach Nordwestdeutschland. Diese Luftdruckverhältnisse waren ganz und gar dazu angethan, gerade in den Südalpen so bedeutende Niederschläge hervorzurufen. Der unausbleibliche Föhn lieferte ausserdem massenhaft Schmelzwasser und erzeugte stellenweis Gewitter, die z. B. am 16. zu Raibl besonders heftig und mit reichlichen Niederschlägen auftraten, so dass hier die Summe der am 15., 16. und 17. September gefallenen Niederschläge auf 170 mm sich beläuft und die Gesamtsumme der Niederschläge des ganzen Monats 441 mm beträgt, eine Zahl, die nur noch von Predazzo mit einer Septemberregenmenge von 466 mm überboten wird. Während so in den ersten drei Tagen der vierten Septemberpentade die ganze Südseite der Ostalpen von unaufhörlichen Regengüssen trieft, bleibt ihre Nordseite verhältnissmässig trocken. Diese für den Föhn durchaus charakteristische Vertheilung der

¹⁾ Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., 1882, p. 432.

Niederschläge, die schon oben an mehreren Beispielen mit grosser Uebereinstimmung nachgewiesen wurde, tritt auch in diesem Falle sehr deutlich zu Tage und wird am besten ersichtlich werden aus den beiden nachstehenden Tabellen, welche die Niederschlagsverhältnisse darstellen, wie sie während des Septembers 1882 auf der Süd- und Nordseite der Alpen sich gestalteten ¹⁾.

A. Septemberniederschläge auf der Südseite der Ostalpen.

Station	15.	16.	17.	Drei- tägige Summe	Septem- ber- summe
Botzen	100		34	134	266
Coredo				196	374
Pejo	172			279	395
Trient				255	439
Predazzo				225	466
Welschnoven	109			204	346
Toblach				136	285
Klagenfurt				26	151
Raibl		Gewitter		170	441
Oberdrauburg				187	400

B. Septemberniederschläge auf der Nordseite der Ostalpen.

Station	15.	16.	17.	Drei- tägige Summe	Septem- ber- summe
Bregenz	0	5	5	10	220
Innsbruck	2	3	8	13	63
Salzburg	0	0	7	7	117
Kremsmünster	0	0	2	2	69
Wien	0	0	5	5	38

¹⁾ Koch, l. c., p. 144.

Diese Zahlen zeigen deutlich, wie die Niederschläge an der Nordseite der Ostalpen in den mittleren Septembertagen ganz geringe sind, während sie an der Südseite sehr hohe Summen erreichen.

Genau dieselben meteorologischen Vorgänge sind auch die Hauptfactoren, welche die zweite noch furchtbarere Katastrophe vom 28. und 29. October herbeiführten. Dass dem so ist, dass in der That auch diesmal der Föhn mit den von ihm herbeigeführten regenreichen Hochgewittern und der durch seinen heissen Hauch beschleunigten Schneeschmelze die Hauptursache jener verheerenden Wasserfluthen ist, welche nun abermals über die Stätte der Verwüstung hereinbrachen, wird zur Genüge aus den nachstehenden Witterungsberichten hervorgehen.

Windischgarsten. Heftige Südoststürme wütheten am 6. und 7. sowie am 27. und 28. October.

Traunstein. Am 27. Nachts und 28. Morgens Föhn.

Lindau. Starker Föhn am 22., 23. und 26. Bergspitzen mit Schnee bedeckt.

Klagenfurt. Am 28. 12 $\frac{1}{2}$ Uhr Nachts heftiger Föhn — Jauck — der bis zum 29. anhielt und Häuser abdeckte. Die 17 Regentage waren besonders in der letzten Pentade ergiebig und die Flüsse richteten abermals im Möll-, Drau- und Gailthal grässliche Verwüstungen an. Auch der Wörthersee trat über seine Ufer. Die Station Hochobir verzeichnet eine Regenmenge von 326,2 mm und herrschenden Südwind.

Toblach. Am 2. Nordlicht. Am 27. Gewitter. Am 27. und 28. zusammen 81 mm Niederschlag.

Tüffer. Am 26. Vormittags Gewitter. Vom 29. bis 31. Hochwasser mit theilweiser Uferüberfluthung. Schneefälle im Hochgebirge. Durch vorherrschende Südwinde werden die Schneemassen rasch wieder aufgelöst. Am 28. stürmischer Südsüdost.

Laibach. Sciroccalwetter vorherrschend; 19 Regentage. Himmel meist bewölkt, nur 1 heiterer Tag. Schneefälle in den Alpen am 15. und 23. Schnee schmolz jedoch bald ab; in den letzten Tagen des Monats frische Schneedecke bis 1000 m herab. Ueberschwemmungen auf dem Morast um die Mitte und zu Ende des Monats. Die heftigen Süd- und Südoststürme auf der Adria am 27., 28. und 29. waren auch hier von starken Güssen und

einem heftigen Gewitter am 28. begleitet und gaben sich durch vereinzelte Windstöße kund. Am Abend des 22. und 23. grosser prächtig gefärbter Mondhof. Am 28. von 1 h bis 2 h am heftiges Gewitter mit Blitz und Donner. Die starken Regengüsse, die vom 26. bis 28. eine Niederschlagsmenge von 116 mm lieferten, verbunden mit andauerndem Scirocco hatten erneutes Steigen der Eisack, Etsch und Talfer und abermalige Ueberschwemmung mit den verheerendsten Wirkungen zur Folge.

Schon am 27. October hatte sich über der Bucht von Biscaya ein tiefes barometrisches Minimum gebildet und lebhafte Südwinde mit Föhncharakter sowie starke Temperaturerhöhung im Gebiete der Alpen zur Folge gehabt. Am 28. liegt dieses Minimum über Central- und Nordfrankreich, während die Süd- und Südwestwinde fort dauern. Auf der Südseite der Alpen und theilweis auch an ihrem Nordhang sind dieselben von starken Regengüssen begleitet, welche in den höheren Regionen des Gebirges auf eine ältere Schneedecke fallen, im Verein mit der warmen Luftströmung des Föhns eine sehr rasche Auflösung derselben bewirken und so die Bergbäche und Thalströme von Neuem anschwellen. Hiezu kommt nun noch das furchtbare Hochgewitter vom 28., das fast den ganzen Tag hindurch wüthete, am Südhang der Ostalpen von Botzen bis Laibach sich ausdehnte und von den julischen Alpen über den Hauptkamm der hohen Tauern bis in die südlichen Thäler Salzburgs sich erstreckte. Das Maximum des Regens fällt an diesem Tage zu Raibl und erreicht die Höhe von 240 mm, eine Niederschlagsmenge, wie sie hier seit 34 Jahren nicht mehr gemessen worden war. Erst als sich am 29. das barometrische Minimum nach Dänemark hinaufzieht, lassen die Regenfälle im Gebiete der Ostalpen nach.

Was aber bei dieser zweiten Hochwasserkatastrophe vom 28. bis 29. October in meteorologischer Beziehung ganz besonderes Interesse erregt, ist der Umstand, dass, während bei der ersten im September Föhn und Gewitter auf die Ostalpen sich beschränkten, von dieser zweiten auch die schweizerischen Westalpen in Mitleidenschaft gezogen wurden. Fast gleichzeitig nämlich mit dem Eintreffen der Schreckenskunde, dass die schon so furchtbar verwüsteten Thäler der südlichen tiroler und kärnthener Alpen von einer neuen Wasserfluth überschwemmt worden seien, meldete

der Telegraph aus Bern: „Durch einen furchtbaren Föhnorkan und einen darauf folgenden heftigen Regen sind auf dem Grindelwald fast alle Gebäude zerstört oder beschädigt. Die Heuvorräthe haben in Folge des Regens schwer gelitten. Die schönsten Bergwaldungen sind vernichtet. Menschenleben sind nicht zu beklagen.“ Ein interessanter Bericht des Pfarrers Buss ¹⁾ in Glarus bringt im *Tourist* die nachstehenden Einzelheiten über die Verwüstungen, welche dieser Föhnsturm in den Thälern der Schweiz anrichtete: „Fast alle Thäler am Nordhange der Alpen mussten die furchtbare Gewalt dieses Föhnsturms erfahren; am schlimmsten aber wüthete er im berner Oberland, speciell im Grindelwald und Adelboden. Am 27. Morgens 4 Uhr brach er los. Von den Viescherhörnern durch die Lücke zwischen Eiger und Mettenberg und ebenso beim oberen Gletscher sich herabstürzend ins Thal und zurückgeworfen von der Faulhornkette, gestaltete er sich zu einem Windwirbel, der den Thalkessel während 12 Stunden so gründlich aufwühlte, dass kaum ein Haus unbeschädigt blieb. Besonders die Schindeldächer wurden übel mitgenommen, zerrissen, abgeworfen und in tausend Stücken auf die umliegenden Wiesen zerstreut. Selbst die schwersten Dachsteine vermochten keinen Widerstand zu leisten und flogen mit. Männer, welche auf die Dächer stiegen, um das Gelöste wieder zu befestigen, wurden heruntergeweht und war hier ein Theil des Daches hinlänglich belastet, so flog dort ein anderer wie ein Federball in die Lüfte. Man war selbst in den Wohnräumen seines Lebens kaum sicher, da die Fenster zerrissen wurden und die Scheiben mit Holzstücken und Steinen nach innen flogen. Und draussen wirbelten Hölzer und Steine durch die Luft, so dass man auch hier keine Zuflucht fand. Viele flüchteten sich deshalb in die Keller. Wunderbarer Weise ging dabei kein Menschenleben verloren, während es dagegen an Verwundeten nicht fehlte. Mehrere Häuser wurden gänzlich auseinandergerissen und umgestürzt, viele bis zur Unkenntlichkeit verschoben und zerrüttet. Die Wälder sahen aus wie ein Schlachtfeld. Meterdicke Stämme lagen ge-

¹⁾ Buss, Föhnsturm in der Schweiz; *Tourist*, Jahrg. 15, Wien 1883, No. 1, p. 8 und 9.

knickt und abgebrochen wirr und wild durch einander. Die an den Abhängen stehenden Bäume wurden entwurzelt und sammt dem Erdreich, das ihren Fuss umgab, in die Tiefe geschleudert. Nach beendigtem Sturm ergoss sich ein starker Regen in die Heuvorräthe der abgedeckten Scheunen wie in die Kammern der zerrissenen Häuser, alles durchnässend und dem Untergang weihend. Der Schaden, welchen die ohnehin nicht reiche Thalbevölkerung erleidet, ist ein namhafter, er beläuft sich auf nahezu eine halbe Million Franken.“

Aus dem Vorstehenden ergibt sich also, dass der Föhnorkan, der als Appell auf das barometrische Minimum über dem biscayischen Meerbusen am Morgen des 27. in den berner Alpen losbrach, nur der Vorläufer war zu dem furchtbaren Föhngewitter, das sich am folgenden Tage über den Ostalpen entlud, und dass alle diese Vorgänge im engsten Zusammenhange unter einander stehen. Wir haben es offenbar in diesem Falle mit einem Sturmphänomen ersten Ranges zu thun, mit einem Föhnorkan von ganz ungewöhnlicher Ausdehnung, der nicht blos auf einzelne Berggebiete sich beschränkte, sondern von Adelsboden, einem Hirtendorfe des berner Oberlandes, das im oberen Engstlignenthale am Fusse des Wildstrubels liegt, bis Laibach und Klagenfurt in den Ausläufern der Ostalpen sich erstreckte, also über mehr als zwei Drittel der ganzen Alpenkette sich ausdehnte.

Dass solch heftige Störungen der Atmosphäre unseres Planeten auch an der Oberfläche desselben nicht spurlos vorüber gehen können, sondern das Antlitz der alternden Mutter Erde noch tiefer furchen und Umgestaltungen und Veränderungen in ihm hervorbringen müssen, die an Grossartigkeit und Nachhaltigkeit ihrer Wirkungen die Bedeutung von geologischen Revolutionen gewinnen können, das wird nach dem Voraufgehenden nicht mehr überraschen.

2. *Magnetische Phänomene.*

Ueber den unmittelbaren Zusammenhang des Föhns mit magnetischen Erscheinungen ist zur Stunde noch wenig Sicheres

ermittelt, da gerade diese Seite des Phänomens von der Beobachtung bisher so gut wie gar nicht berücksichtigt worden ist. Dass aber ein solcher ursächlicher Zusammenhang thatsächlich auch hier besteht, dürfte wohl kaum zu bezweifeln sein und wird wahrscheinlich gemacht durch eine Beobachtung, die zwar aus älterer Zeit stammt, trotzdem aber als durchaus zuverlässig angesehen werden kann. Da sie wenig bekannt sein dürfte und zum mindesten darauf hinweist, wie wichtig und nothwendig es ist, dass die Beobachter in Zukunft derartigen Erscheinungen mehr Aufmerksamkeit zuwenden, als dies bisher geschah, und dass die meteorologischen Stationen auch mit magnetischen Apparaten ausgerüstet werden müssen, wenn derartige Beobachtungen in einer für die Wissenschaft nutzbringenden Weise angestellt werden sollen, so theilen wir nachstehend Einiges von dem mit, was Gilbert über eine diesbezügliche von ihm selbst gemachte Beobachtung in seinen *Annalen der Physik* veröffentlicht ¹⁾. Er erzählt:

„Es war am 3. October 1819, als ich nach dem herrlichsten Herbstwetter, das den ganzen September über ununterbrochen gedauert hatte, durch das Livinerthal über den Gotthard nach Altorf kam. Schon hoch oben im Thal der Reuss liessen sich Windstösse aus Süden verspüren und die Nacht über stürmte der Föhn in Altorf; am Morgen aber war wieder Windstille und das lieblichste Wetter, so dass ich den Vierwaldstättersee bei hohem Wellenschlag bis Küssnach befahren und den anderen Morgen am 5. October den Rigi ersteigen konnte, der den Abend vorher in Regenwolken gehüllt gewesen war, jetzt aber klar vor dem heiteren Himmel dastand. Fast alle Gegenstände, welche Kellers Panorama abbildet, waren von der Höhe der Staffel über Weggis mit Deutlichkeit zu erkennen und überdem verherrlichten das Schauspiel Hunderte von kleinen Dunstbällen, welche in einer wagrechten Ebene etwas unter der Staffel über dem Lande westlich vom Rigi standen und vom Winde eine nach der anderen

Gilbert, Beschreibung einer nordlichtartigen Erscheinung nach dem Föhn wahrgenommen bei Zürich am 6. October 1819; Gilberts *Annalen der Physik*, LXVI, p. 423.

herbeigeführt wurden. Sobald sie den Berg berührten, flogen sie mit bewundernswürdiger Schnelligkeit als dünne Nebelschicht ihn hinan und dann weiter; endlich aber blieben einige an Staffel und Kulm hängen, umzogen den Himmel immer dichter, blitzten, donnerten und gossen Schnee und Regen herab. Voll Begierde den grossen meteorologischen Process im Innern der Werkstätte mit anzusehen, sass ich auf einer Bank unweit des Hauses der Staffel. Das Schneien hielt an, verwandelte sich aber schon unter Maria am Schnee in Regenwetter, das mich zwar bis Arth begleitete, das ich aber am anderen Tage durch den starken Wind in der Nacht wieder in das schönste Wetter verwandelt fand, bei welchem ich mich gegen Abend in Horgen nach Zürich einschiffte. Während der Fahrt auf dem reizenden von Rebenhügeln umgebenen See, dessen Hintergrund die Reihe der glarner und erner Schneeberge wundervoll zieren, sank die Sonne unter und ein äusserst kalter Wind aus der Gegend der Schneeberge her zwang mich, mich in doppelte Hüllen zu wickeln. Die Sterne traten herrlich hervor mit lebhaft funkelndem Lichte und als ich sie so betrachtete, sah ich es plötzlich roth werden an einer Stelle des Himmels. Die Röthe dauerte eine Zeit lang, dann war sie wieder verschwunden; nicht lange, so war sie an dieser oder an einer anderen Stelle des Himmels wieder da. Ich glaubte mich zu täuschen; aber meine beiden Schiffer versicherten einstimmig, es sei der Sternhimmel da wirklich roth. Dieses abwechselnde Erscheinen und Verschwinden einer Blutröthe dauerte eine geraume Zeit lang fort. Sie nahm oft wohl den vierten oder sechsten Theil des Himmels ein; die Sterne funkelten ebenso schön als vorher in ihr und sie erregte keine Gedanken an etwas Schweres, Körperliches, da sie als eine Fläche gleichförmig am Himmel verbreitet war. Späterhin zeigte sich mitunter auch statt des rothen ein weisses Licht, beide aber immer viel schwächer als das Nordlicht, ohne alles Flammen und Wanken, eher dem Milchstrassenlicht an Stärke und Ruhe ähnlich. Während dessen war der Mond aufgegangen und stieg am Himmel herauf, ohne dass dieses Einfluss auf die Erscheinung hatte. Endlich bildeten sich am Nordhimmel in einer Höhe vielleicht von 20 bis 40° fünf oder mehr im Ganzen wagrechte bogenartige Streifen weissen Lichtes, welche von einem Punkte am westlichen Himmel ausgehend sich

in einem Punkt am östlichen Himmel wieder vereinigten. Durch ihr Herabwärtskrümmen und Anschwellen in der Mitte führten sie auf die Vorstellung, als sehe man etwas Schweres wie Dunststreifen; doch glichen sie an Farbe, Glanz und Art mehr den weissen Lichtbogen beim Nordlicht als weissen Wolken, denen überdem der Mond eine solche Erleuchtung schwerlich zu geben vermocht hätte. Die schönste Herbstwitterung, von der ich hierher auf der Reise begünstigt worden war, hielt noch einige Tage an und erst als ich von Schaffhausen nach Tübingen aufbrach, stellten sich die Herbstnebel ein, die Hohentwiel, Hohenstoffeln und Hohenhöwen dem Blick verbargen. Hofrath Horner, den ich über meine Wahrnehmung befragte, sagte mir, nach dem Föhn zeigten sich viele ausserordentliche Dinge beim Vermengen der heissen aus Italien kommenden Luft mit den kälteren Luftschichten der Schweiz und er halte meine Beobachtung für richtig.“

Ob nun in dem hier vorliegenden Falle die nordlichtartige Erscheinung wirklich durch den ihr vorausgehenden Föhn hervorgerufen wurde, oder ob das nahezu gleichzeitige Auftreten beider Phänomene nur ein zufälliges war, muss vorläufig dahingestellt bleiben. Dass aber die erstere Annahme durchaus nicht unzulässig ist, geht aus späteren, wenn auch sehr vereinzelt dastehenden Beobachtungen hervor, welche Pater Secchi zu Rom bei Beginn und am Ende des so vielfach besprochenen Föhnphänomens vom 23. September 1866 machte. Der genannte Beobachter meldet im meteorologischen Bulletin des Collegium Romanum unterm 22. September ¹⁾: „Am Morgen schön. Gegen 10 h am Südwind und Cumuli. Magnetische Apparate erregt. Gewiss Sturm in der Ferne.“ Diese letztere die unmittelbar vorausgehende Beobachtung erklärende Vermuthung Secchis ist, wie aus den vorstehenden Untersuchungen zur Genüge erhellt, durch den am 23. September in den Alpen auftretenden Föhn auf das Schlagendste bestätigt worden und mit den letzten auszitternden Wellen dieses Sturmes stehen wohl auch die magnetischen

¹⁾ Dufour, l. c., p. 77.

Secchi, Bollettino dell' Osservatorio Met. del Collegio Romano.

Störungen in Beziehung, welche noch am 24. und 25. von Rom aus gemeldet werden.

3. Seismische Phänomene.

Nicht ohne Glück ist die Oberfläche unseres alternden Planeten dem Antlitz eines alternden Menschen verglichen worden, dessen runzeldurchfurchte Züge von den Kämpfen zeugen, die einst sein Inneres durchwühlten. Auch unsere Erde hat solche Kämpfe hinter sich und nur zu deutlich reden die Runzeln, die ihr greisenhaft verwittertes Antlitz durchfurchen, von der Gewalt jener fieberhaften Convulsionen, die einst ihr Inneres durchzuckten. Im Verlauf der ungezählten Aeonen, die darüber hingegangen sind, ist sie ruhiger geworden. Aber jene eisige Erstarrung des Todes, welche nur zu deutlich verräth, dass das Leben für immer geschwunden ist, hat sich noch nicht auf ihrem Antlitz gelagert. Noch verziehen sich die Züge dieses Antlitzes von Zeit zu Zeit in krampfhaften Zuckungen, die über sie dahingleiten wie ein letzter vergeblicher Redeversuch über das Antlitz eines Dahinscheidenden.

Unter diesen spontanen Lebensregungen, welche das Antlitz unserer Erde von Zeit zu Zeit durchzucken und die Züge derselben, wenn auch unmerklich, doch beständig verändern, spielen wohl die wichtigste und bedeutungsvollste Rolle jene seismischen Alterationen der Erdoberfläche, welche man gewöhnlich als Erdbeben zu bezeichnen pflegt. Dass diese seismischen Alterationen zu den verwickeltsten Erscheinungen gehören, mit denen sich eine Specialdisciplin der Geophysik, die nicht mit Unrecht die Physiologie des Erdballs genannt werden könnte, zu beschäftigen hat, und dass die erregenden Ursachen dieses Phänomens jedenfalls sehr mannigfacher Art sind, das unterliegt schon längst keinem Zweifel mehr. Fragen wir nun aber, welches diese Ursachen sind und wie durch ihr Zusammenwirken das merkwürdige Phänomen des Erdbebens erzeugt wird, so erhalten wir sehr verschiedene Antworten.

Alexander von Humboldt, Leopold von Buch, Elie de Beaumont und andere Vertreter der älteren plutonistisch-vulcanistischen Elevationstheorie, nach welcher die Gebirge der

Erde durch Hebung entstanden sind, waren der Ansicht, dass das Phänomen der Erdbeben mit dem Vulcanismus im engsten Zusammenhang stehe, und sehen in ihm nichts geringeres als eine sich immer wieder erneuernde Reaction der das Innere unseres Erdballs erfüllenden Pyrosphäre gegen die fest gewordene Hülle der sie umschliessenden Lithosphäre als eine nothwendige Folge des fortdauernden Erkaltungsprocesses jener Pyrosphäre und der damit verbundenen Contraction dieser sie umhüllenden Lithosphäre.

Die neuere Geologie dagegen hat sich von dieser plutonistischen Annahme einer Pyrosphäre im Innern des Erdballs und den hiermit zusammenhängenden Theorien von der Entstehung der Gebirge und der Erzeugung der Erdbeben immer mehr abgewendet und huldigt gegenwärtig einer mehr neptunistischen Auffassung, nach welcher die Gebirge der Erde nicht so sehr durch vertical vom Erdkern aus wirkende Elevation als vielmehr durch tangential und radial wirkende Spannungen entstanden sind, von denen die erstere Stauung und Faltung der Gesteinsschichten, die letztere rein passives Absinken und Einstürzen grosser Schollen in unterirdische Hohlräume zur Folge hatte. Nach dieser Theorie zerfallen auch alle Erdbeben in zwei grosse Hauptgruppen, nämlich in solche, welche aus horizontal wirkender Spannung und dadurch erzeugtem tangentialem Abstau und solche, welche aus verticaler Senkung oder radialem Abriss hervorgehen ¹⁾. Da nun das Erdbeben seinem Wesen nach eine sehr complicirte Erscheinung ist, so hat man in neuester Zeit noch verschiedene andere Classificationen desselben versucht, um der Mannigfaltigkeit der Erscheinungsformen, unter denen es auftritt, gerecht zu werden und sie alle in ein einheitliches System zu bringen. So theilt Hörnes ²⁾ die seismischen Phänomene in Einsturzbeben, vulcanische Beben und tektonische Beben ein. Dieser Eintheilung schliesst sich Toulas ³⁾ an, schlägt aber vor, die letzteren Dis-

¹⁾ Suess, das Antlitz der Erde, Prag und Leipzig 1883, I, p. 223.

²⁾ Hörnes, Erdbebenstudien; Jahrb. d. geolog. Reichsanstalt 1878, XXVIII, p. 387.

³⁾ Toulas, über den gegenwärtigen Stand der Erdbebenfrage, p. 54.

locations- oder Structurbeben zu nennen. Lasaulx ¹⁾ stellt zunächst zwei Hauptgruppen auf, vulcanische und nicht vulcanische Beben, und zerlegt die letzteren wieder in Einsturzbeben und Spaltenbeben. Als eine Erscheinung besonderer Art trennt Lasaulx von diesen seismischen Phänomenen die Relaisbeben, unter welchen er secundäre Erschütterungen versteht, die ausserhalb des engeren Schütterkreises eines Erdstosses durch diesen auf einem anderen Gebiete erregt werden. Suess ²⁾ unterscheidet in einer geistvollen Schrift, die er das *Antlitz der Erde* genannt hat, Blattbeben und Wechsel- oder Vorschubbeben und Heim ³⁾ theilt die alpinen Beben je nach der Richtung, in welcher sie das Gebirge durchlaufen, in Transversalbeben und Longitudinalbeben. Alle diese Classificationen sind aber nichts anderes als die ersten unsicher tastenden Versuche, das complicirte Phänomen zu rubriciren, Versuche, die uns jedoch der vollen Einsicht in das wahre Wesen und die Entstehung dieses merkwürdigen Phänomens nicht um einen Schritt näher gebracht haben; und wenn anders wir ehrlich sein wollen, so müssen wir ohne Umschweif bekennen, dass wir uns, wie auf gar manchem, so auch auf diesem Gebiete zur Stunde noch in den Vorhöfen der Erkenntniss befinden. Wohl ist es eifriger und unermüdlicher Forschung in neuester Zeit gelungen, den dichten Schleier, der die letzten Gründe dieser geheimnissvollen Erscheinung dem wissbegierigen Auge des Menschen verhüllt, ein wenig zu lüften und hie und da etwas Licht in das tiefe Dunkel dieses mysteriösen Phänomens zu bringen; allein dieses spärliche Licht hat bis jetzt nicht ausgereicht, uns mehr als eine schwache Ahnung zu vergönnen von dem, was es mit dieser Erscheinung für eine Bewandniss hat; ihr wahres Wesen aber und der innere ursächliche Zusammenhang der ohne Zweifel sehr complicirten Factoren, deren Zusammenwirken sie erzeugt, sind uns bis jetzt noch ein Räthsel, das, wie so viele andere geologische Probleme, erst von der Zukunft und fortge-

¹⁾ Lasaulx, die Erdbeben; Handwörterbuch der Mineralogie, Geologie und Paläontologie, I, 1883, p. 358—364.

²⁾ Suess, l. c., p. 229.

³⁾ Heim, die schweizerischen Erdbeben vom November 1879 bis Ende 1880, Bern 1881, p. 14 u. 18.

setzter gewissenhafter Forschung seine endgültige Lösung zu erwarten hat.

An eine definitive allseitige Lösung dieses grossen Problems schon an dieser Stelle heranzutreten wäre ein eben so gewagtes als verfrühtes Unternehmen, das die Aufgabe des vorliegenden Versuchs nicht sein kann. Derselbe hat sich lediglich darauf zu beschränken, in erster Linie auszumitteln, ob zwischen dem rein meteorischen Phänomen des Föhnwindes, dessen Schauplatz die gasförmige Hülle unseres Planeten bildet, welche wir die Atmosphäre zu nennen pflegen, und den seismischen Alterationen der dieser gasförmigen Hülle als Basis dienenden festen Erdrinde, die wir Lithosphäre nennen können, insoweit ein Synchronismus besteht, dass wir berechtigt sind, das letztere Phänomen, wenn auch nicht als eine stehende, so doch als eine gelegentliche Begleiterscheinung des ersteren zu bezeichnen, die öfter beobachtet wird; sodann in zweiter Linie, falls ein solcher Synchronismus sich nachweisen lässt, zu ermitteln, ob derselbe nur ein zufälliger ist, oder ob wir aus einem solchen zeitlichen Zusammenfallen beider Erscheinungen auch auf einen ursächlichen Zusammenhang derselben zurückschliessen dürfen.

Wie das Jahr 1755 für Lissabon ein Unglücksjahr gewesen war, so wurde das Jahr 1855 namentlich für die Schweiz verhängnissvoll durch heftige Erschütterungen des Bodens, deren Centralherd das mittelwallisische Rhonethal und die von den Penninen zu ihm herabsteigenden südlichen Lateralthäler von Zermatt, Saas und Anniviers gewesen zu sein scheinen.

Schon der Anfang des Jahres war ein sehr stürmischer und unheilverkündender. Die Neujahrsnacht war in der ganzen Nordschweiz eine grausige Sturmnacht. In abwechselnd gehaltenen Strömen und schnell sich überstürzenden Stössen brauste der Föhn durch die Thäler, richtete in Zürich, im Rhonethal, bei Ragatz und in Graubünden mancherlei Schaden an und brachte dem Lande einen trügerischen Lenz. Diese Föhnstürme wiederholten sich den ganzen Winter hindurch noch sehr oft ¹⁾ und brachten, nachdem schon im December des vorausgehenden Jahres sehr

¹⁾ Volger, l. c., III, p. 11–59.

reichlicher Schnee im Hochgebirge gefallen war, noch im Februar und März so ungeheure Schneemassen, dass zeitweise selbst in den Thälern und im schweizerischen Flachlande alle Communication abgeschnitten wurde, die Gebirgspässe aber gänzlich verschneit waren und nicht nur den ganzen Frühling hindurch, sondern theilweis sogar bis tief in den Sommer hinein ungangbar blieben. Erst im Juli beseitigte der Föhn die letzten Reste der gewaltigen Schneemassen, die er den Winter hindurch im Hochgebirge angehäuft hatte, so dass nunmehr auch die höheren Alpenpässe wie der Bernina und andere, die bisher für Räderfuhrwerk unpassirbar gewesen waren, dem Verkehr wieder geöffnet werden konnten. Heftige Regengüsse, furchtbare Hochgewitter und vernichtende Hagelschläge begleiteten den Föhn und die späte, darum äusserst rasche Schneeschmelze, die er hervorrief, erzeugte aller Orten Ueberschwemmungen und Rufen, Erdrisse, Bergbrüche und Felsstürze, so dass ein schweizerischer Berichterstatter im Anschluss an seine diesbezüglichen Mittheilungen ausruft: „Welch grauenhaftes Jahr! Man möchte mit Tacitus vor der Belagerung Jerusalems sagen: ‚Insuper omnia terrebant‘ 1)!“

Das klingt wie eine Prophezeiung der grossen Erschütterungskatastrophe vom 25. Juli, deren Vorboten jene unheilvollen Elementarereignisse zu sein schienen. Eigenthümlich sind die in den Alpenländern beobachteten Erscheinungen, die ihr unmittelbar voraufgingen. Pfarrer Studer zu Visperterminen berichtet über dieselben Folgendes 2): „Den 23. Juli 1855 war hier an Visperterminen ein seltsames Phänomen zu schauen. Nachmittags zeigte sich in der Richtung von Südost bei übrigens hellem Sonnenscheine eine ganz eigene Wolke so schauerlich dunkel, dass darüber Jedermann angst und bange wurde. Schaute man auf diese Seite hin, so war es, als sei dort finstere Nacht, da doch sonst überall die helle Sonne schien. Dies dauerte einige Stunden, bis sich die Wolke verdünstete. Die gleichfarbige Wolke, jedoch ziemlich um die Hälfte verdünnt, zeigte sich später vor jedem heftigen Stosse, aber westlich in der Gegend vom Illgraben, nach Leukerbad, wie es

1) Augsburger Allgemeine Zeitung 1855, No. 173.

2) Volger, l. c., III, p. 54.

von hier aus schien, so dass man jedesmal mit Gewissheit voraus-sagen konnte: Heute haben wir wieder Erdbeben. Ein anderes Vorzeichen bot die Atmosphäre im Allgemeinen. War ein heftiger Stoss im Anzuge, so war die ganze Luft bei hellem Sonnenschein ganz dunkelblau, worauf Jedermann sich beklagte, es sei ihm heute so ängstlich schwer, obschon er anderweitig keine Vorahnung hatte. War es, als wollte es mit dem Südwinde regnen, so konnte man gleichfalls darauf rechnen, dass noch im Laufe des Tages eine Erschütterung erfolgen werde. Wer mit irgend einer Art von Vieh, besonders Rindvieh Umgang pflegte, konnte gleichfalls als Wetterprophet auftreten. Vor jeder heftigeren Erschütterung wurden die Thiere ganz unruhig, blickten überall herum, schnüffelten in der Luft umher, zitterten sogar und liefen davon. Nie hat man so viel Schlangen auf der Oberfläche der Erde gefunden, als von der Mitte des Juli bis zur Mitte des August 1855. Zwei, drei bis vier lagen oft beisammen.“

Im Anschluss an diesen Bericht eines Augenzeugen, gegen dessen Glaubwürdigkeit nichts einzuwenden sein dürfte, sagt Volger ¹⁾: „Diese Beobachtungen deuten einestheils auf den Föhn als Vorboten der Erdbeben hin; nicht allein die drückende Schwüle und dunkelblaue Farbe der Luft gehören zu seinen ausgezeichnetsten Kennzeichen, sondern der regenbringende Südwind wird geradezu selbst erwähnt und die seltsamen Wolken an gewissen Stellen bei übrigens klarem Himmel zeigen ihn gleichfalls an; andernteils mag die Unruhe der Thiere, das Hervorkriechen der Schlangen aus ihren Schlupfwinkeln anzeigen, dass geringere Erschütterungen sowie Getöse im Boden von denselben in beunruhigender Weise wahrgenommen wurden, während kein Mensch derselben gewahr wurde.“ An einer anderen Stelle im dritten Theil seiner Untersuchungen hebt Volger ganz richtig hervor, dass die Schwüle der Luft, die erdrückende Wärme, das Mattigkeitsgefühl der Menschen vor Erdbeben spezifische Wirkungen des Föhns sind, welche auch in den nicht mit Erdbeben verknüpften Föhnperioden sehr deutlich wahrgenommen werden.

Das Wetter des 24. Juli wird von Pfarrer Studer als schön,

¹⁾ Volger, l. c., p. 55.

aber schwül¹⁾ charakterisirt. Aus Thierachern meldet man vom gleichen Tage²⁾: Abends schwül; Gewitterwolken; der Wind springt um nach Südwest und Süd. Um 7 Uhr ein Gewitter im Süden von Süden kommend. Vom Föhnwinde getrieben zertheilen sich die Wolken einerseits gegen das Faulhorn, andererseits gegen das Emmenthal, den Napf und Pilatus, während man über Thun und Amsoldingen starke Regengüsse niedergehen sah. In der Gegend von Basel hatte der Tag mit einem hellen warmen Sommermorgen begonnen, aber Nachmittags war das Wetter lähmend und erschlaffend geworden. Zu Reutlingen in Würtemberg erhob sich am Abend gegen 10 Uhr bei grosser Schwüle plötzlich ein sehr heftiger Sturm. Zu Chapareillan im Département de l'Isère war der Wind seit zwei Tagen unruhig zwischen Nordost und Südost hin und her gesprungen. Süd und Nord herrschten bisweilen in verschiedenen Höhen gleichzeitig. Volger bemerkt hierzu: „Diese Erscheinungen lassen sich beim Eintritt einer jeden Föhnperiode beobachten“³⁾.

Auch am Vormittage des 25. Juli, an welchem die Katastrophe eintrat, regierte nach Volgers Annahme über den Südthälern des Wallis der Föhn in den oberen Regionen der Atmosphäre⁴⁾. Zwischen 5 und 6 Uhr am Morgen dieses Tages vernahm man in der Gegend des Bielersees das ferne Getöse des Wetterschiessens, das immer auf einen nahe bevorstehenden Witterungswechsel hindeutet und, wie früher schon gezeigt wurde, sehr häufig die Herrschaft des Föhns in den oberen Luftschichten verrieth. In der Gegend von Märstetten im Thurthale war die Luft Vormittags sehr schwül und der Himmel in Wolken eingehüllt, welche mit aufsteigenden Herbstnebeln grosse Aehnlichkeit hatten und von Zeit zu Zeit leichte Regenschauer herabsandten. „Als ein besonderes Merkmal des Föhns, bei welchem die Luft ausserordentlich durchhörig ist,“ bemerkt hierzu Volger⁵⁾, „ward mir berichtet, dass man um 12 Uhr den in der Entfernung einer

¹⁾ Volger, l. c., III, p. 56.

²⁾ Ibid., p. 57.

³⁾ Ibid., p. 58.

⁴⁾ Ibid., p. 60.

⁵⁾ Ibid., p. 64.

Viertelstunde vom Pfarrhause vorübereilenden Bahnzug daselbst so stark hörte, wie man dies nie zuvor bemerkt.“ In Visperterminen begann es erst Mittags 12 Uhr zu regnen. Die Luft war so schwül und drückend, dass um Mittag alle Leute einen unwiderstehlichen Drang zum Schlafen fühlten und erst vom Erdbeben aus dem Schlafe aufgerüttelt wurden. „Diese Schlafsucht,“ fügt Volger ¹⁾ ganz richtig hinzu, „ist eine charakteristische Wirkung des Föhns, die sich bei reizbaren Constitutionen stets fühlbar macht.“ Wenn nun auch Volger darin vielleicht etwas zu weit geht, dass er überall Föhn wittern will, wo auch nur das leiseste Anzeichen auf diesen Wind hindeutet, so wird doch wohl nach den eben zusammengestellten Witterungsberichten nicht in Abrede zu stellen sein, dass dieser Wind jedenfalls mit im Spiele war unter den meteorologischen Phänomenen, welche der grossen Erschütterungskatastrophe vorausgingen. Auf die Detailgeschichte dieser Katastrophe, welche am Nachmittag des 25. kurz vor 1 Uhr hereinbrach und bei Volger fast den ganzen dritten Theil eines stattlichen Bandes füllt, da er nicht müde wird, dieselben Einzelheiten, welche als Wirkungen des Erdbebens von allen Seiten berichtet wurden ²⁾, mit der peinlichsten Chronistengewissenhaftigkeit und der minutiösesten Genauigkeit bis zum Ueberdruß zu wiederholen, können wir hier nicht näher eingehen, müssen uns vielmehr darauf beschränken, die Wirkungen dieses Elementarereignisses kurz zusammenzufassen. Das Hauptschüttergebiet des Erdbebens vom 25. Juli 1855 umfasst das centralwallisische Becken des Rhonethales zwischen Brieg und Leuk sowie die in dasselbe einmündenden südlichen Seitenthäler der Gorner- und Saasvisp, des Turtmannbachs und der Navisanche. Im Hauptthal des Rhone litten namentlich Vispach, Brieg und Leuk, in den genannten Seitenthälern besonders Stalden, St. Nicolaus und Vissoye unter den von dem Erdbeben angerichteten Zerstörungen. Von diesem im mittleren Wallis gelegenen Centralherde aus verbreiteten sich die Erschütterungen nicht nur über die ganze Schweiz, sondern noch weit hinein in die angrenzenden Ländergebiete Italiens, Frankreichs und Deutschlands, so dass das Ge-

¹⁾ Volger, l. c., III, p. 65.

²⁾ Besonders interessant ist die auf Autopsie sich stützende Schrift von Nöggerath, die Erdbeben im Vispthale, Cöln 1855.

sammtareal, innerhalb dessen seismische Phänomene wahrgenommen wurden, einen grossen Theil des südwestlichen Centraleuropa umfasst.

Dass die Alpen seit jener verhängnissvollen Katastrophe keineswegs zur Ruhe gelangt, sondern ebenso wie andere Schüttergebiete bis in die neueste Zeit hinein beständigen seismischen Alterationen ausgesetzt gewesen sind, ergiebt sich aus den Berichten der schweizerischen Erdbebencommission, welche von Heim mit dankenswerther Sorgfalt gesammelt und zusammengestellt worden sind. Diese statistische Zusammenstellung, welche sich auf die Zeit vom 28. November 1879 bis zum Ende des Jahres 1880 bezieht, weist, obgleich sie eine Periode umfasst, die durchaus nicht etwa durch auffallende Häufigkeit seismischer Phänomene vor anderen sich auszeichnet, dennoch in einem Zeitraum von 14 Monaten nicht weniger als 69 grössere und kleinere Erschütterungen des Bodens auf, von denen 12 enger begrenzte Localbeben waren, während 8 derselben über grössere Gebiete sich ausdehnten. Der Raum gestattet uns hier nur, auf diejenigen einzugehen, die für die vorliegende Untersuchung dadurch von besonderer Bedeutung sind, dass sie von atmosphärischen Störungen begleitet waren, welche in raschen Verminderungen des Luftdrucks und starken Stürmen sich kund gaben. So folgte z. B. dem Erdbeben, welches am 4. December 1879 die Nordwestufer des Lemansees erschütterte und von Heim der Classe der Longitudinalbeben zugewiesen wird, weil es von dem Winkel, wo Alpen und Jura zusammenstossen, ausgehend dem inneren Rande des Jura parallel von Südsüdwest nach Nordnordost sich fortpflanzte, ein heftiger Sturm, der am nächsten Tage von Gewitter, Hagel und Schneefall begleitet war ¹⁾. Aehnliche Sturmerscheinungen gingen dem Beben voran, welches am 5. December desselben Jahres den baseler Jura erschütterte und zu Basel am stärksten auftrat. Namentlich aus Schopfheim und mehreren Orten des Basellandes wird von heftigen Windstössen berichtet, die dem Beben vorangingen, unmittelbar vor demselben aber plötzlicher

¹⁾ Heim, die schweizerischen Erdbeben vom November 1879 bis Ende 1880, p. 3 u. 4.

Windstille Platz machten. In Badenweiler, Schleithelm und Schaffhausen war heftiger Schneesturm aus Westen bei ausserordentlich tiefem Barometerstand. Stürmisches Wetter und Windstösse mit Regen, Schneefall und tiefem Barometerstand begleiten auch den Erdbebenstoss vom 23. Februar 1880, dessen succussorisches Centrum merkwürdiger Weise die kleine Alluvialebene des zwischen Brienzer- und Thunersee gelegenen Bödels gewesen zu sein scheint, von wo aus die seismischen Alterationen gegen Süden bis Lauterbrunnen und Grindelwald, gegen Nordwesten bis Thun, gegen Norden bis St. Beatenberg und Habkern, gegen Südosten bis Brienz und Meiringen sich fortpflanzten ¹⁾. Das interessanteste von all den seismischen Phänomenen, welche Heim in der oben erwähnten Zusammenstellung bespricht, ist ohne Frage das grosse Transversalbeben vom 4. Juli 1880, welches fast die ganze Schweiz erschütterte ²⁾. Ein succussorisches Centrum fehlt diesmal ganz; auch ist ein radiales Ausstrahlen von Stössen von einer enger umgrenzten Schütterzone nach den peripherischen Theilen des seismischen Gesamtgebiets in diesem Falle durchaus nicht nachweisbar. Es scheint vielmehr der Stoss auf dem ganzen seismisch alterirten Areal, dessen grosse meridional verlaufende Axe zwischen ihrem nördlichen Endpunkt Lenzkirch und ihrem südlichen Vercelli eine Länge von 305 km aufweist, während seine von Genf im Südwesten bis Chur im Nordosten sich erstreckende kurze Axe 280 km misst, fast zu gleicher Zeit erfolgt zu sein, woraus Heim den Schluss zieht, dass dieses Erdbeben nicht durch einen localen heftigen Anstoss, sondern vielmehr durch eine gewaltige gleichzeitig und gleichartig wirkende ruckweise Bewegung eines grossen Stückes der festen Erdrinde verursacht worden sei. Was uns hier wiederum besonders interessiert, ist der Umstand, dass auch dieses Erdbeben, das sowohl in extensiver wie intensiver Beziehung ein charakteristisches Seitestück bildet zu dem grossen Beben vom 25. Juli 1855, von sehr deutlich ausgeprägten Sturmphänomenen begleitet war. Besonders in der Westschweiz herrschte stürmisches Wetter mit schwanken-

¹⁾ Heim, die schweizerischen Erdbeben vom November 1879 bis Ende 1880, p. 10.

²⁾ Ibid. p. 16—26.

dem Barometerstand und heftigen Regengüssen, während in der Ostschweiz bei wechselnder Bewölkung stürmische West- und Südwestwinde mit stellenweis auftretenden Gewittern beobachtet wurden.

Wichtiger noch als die Details der Zerstörungen und Verwüstungen, welche alle diese Alterationen der festen Erdrinde nothwendig in ihrem Gefolge haben müssen und in der Regel auch von den Berichterstatlern mit grosser Ausführlichkeit mitgetheilt werden, ist für die vorliegende Untersuchung die Ermittlung eines etwaigen ursächlichen Zusammenhanges zwischen diesen seismischen Phänomenen und dem Föhnphänomen, mit dem sie, wie im Vorstehenden nachgewiesen wurde, sehr häufig entweder ganz zusammenfallen, oder doch wenigstens in sehr enger zeitlicher Verbindung stehen.

Nach Volgers durchaus unkritischer Schätzung beträgt die Zahl der in seiner Chronik verzeichneten Fälle, in welchen Föhnwinde von seismischen Phänomenen begleitet waren, nicht weniger als 84 ¹⁾. Wenn auch diese Zahl bei kritischer Sichtung nicht unerheblich sich vermindert, so genügt doch der Rest der Fälle, in welchen ein zeitliches Zusammenfallen von Föhn- und Erdbebenerscheinungen sicher nachweisbar ist, immer noch, um auf einen ursächlichen Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen schliessen zu lassen. Ein solcher ursächlicher Zusammenhang wird auch sehr wahrscheinlich, wenn wir die Curve, welche die Durchschnittszahl der während der zwölf Monate des Jahres in der Schweiz beobachteten seismischen Phänomene graphisch zum Ausdruck bringt, mit der Curve vergleichen, welche die Zahl der während eines Jahres hier beobachteten Föhnfälle darstellt. Es zeigt sich nämlich bei dieser Vergleichung eine ganz auffallende Uebereinstimmung in der Bewegung beider Curven. Sowohl die seismische wie auch die die Zahl der Föhnfälle ausdrückende Jahrescurve erfährt während der Sommermonate ihre stärkste ein Minimum der Fälle ausdrückende Depression, steigt gegen den Herbst zu rasch an, um während der Wintermonate ihre höchste das Maximum der Fälle bezeichnende Elevation zu erreichen und

¹⁾ Volger, l. c., III, p. 500.

dann durch die Frühlingsmonate wieder zur sommerlichen Minimaldepression sich herabzusenken ¹⁾. Ganz analoge Bewegungen treten zu Tage, wenn wir die seismischen Monats- und Jahreszeitcurven einzelner schweizerischer Specialschüttergebiete, welche gleichzeitig als Föhngebiete par excellence bekannt sind, mit in Vergleichung ziehen. So zeigt z. B. die seismische Monatscurve des vierwaldstätter Schüttergebietes ein absolutes Minimum im Juli, ein secundäres Maximum im September und ihr absolutes Maximum im Februar, eine Bewegung, mit welcher auch die Jahrescurve der Föhnfälle auffallende Uebereinstimmung zeigt. Auch für Glarus fällt die tiefste Depression der seismischen Monatscurve auf den Juli, die höchste Elevation dagegen nicht auf einen der Wintermonate, sondern auf den September, während die seismische Monatscurve für Hohensax, ein Ort, der in der grossen Föhnrinne des Rheinthales gelegen ist, in dem letztgenannten Monat das Minimum, im Januar das Maximum der Erschütterungen aufweist ²⁾.

Schwieriger als der im Vorstehenden geführte Nachweis eines Synchronismus zwischen Föhn und Erdbebenerscheinungen ist die Ermittlung des hieraus zu schliessenden ursächlichen Zusammenhangs zwischen beiden Erscheinungen und speciell der Art und Weise, in welcher dieser ursächliche Zusammenhang hergestellt wird.

Schon vor Jahrzehnten gelangte Peter Merian auf Grund sorgfältiger Untersuchungen zu dem Schluss, dass das so auffallend häufige Zusammenfallen von Erdbebenerscheinungen mit bedeutenden Schwankungen des Luftdrucks, die sich namentlich in auffallenden Verminderungen desselben kund geben, nicht erklärbar sei, wenn nicht ein ursächlicher Zusammenhang zwischen jenen seismischen Phänomenen und diesen bedeutenden Luftdruckschwankungen bestehe ³⁾. Mit Alexander von Humboldt und anderen älteren Geologen sieht Merian das unterirdische Feuermeer, das die ältere Geologie mit Pyriphlegethon zu bezeichnen

¹⁾ Volger, l. c., I, Fig. 3.

²⁾ Ibid. I, Fig. 19, 21 u. 22.

³⁾ Ibid. III, p. 490.

pflegt, als das *primum movens* an, das zu allen seismischen Phänomenen den ersten Anstoss giebt, und lässt die sie begleitenden atmosphärischen Erscheinungen nur als Factoren zweiten Ranges mitwirken, ist jedoch nicht abgeneigt, die habituellen Erdbebedistricte des schweizerischen Schüttergebietes für solche Punkte zu halten, wo die Erdkruste störenden Einflüssen leichter nachgiebt als anderswo. Hiergegen macht Volger, welcher der mehr neptunistischen Auffassung der modernen Geologie sich zuneigt, nach welcher nicht so sehr die Bewegungen eines feurig flüssigen Erdkerns als vielmehr rein locale Ursachen wie Unterwaschungen und Auslaugungen ganzer Gesteinsschichten und die hierdurch herbeigeführten Dislocationen der darüber lagernden Schichten den ersten Anstoss zu Erdbeben geben, nicht mit Unrecht geltend, dass, wenn man mit Merian das Hauptgewicht auf die Düntheit der Erstarrungskruste über dem unterirdischen Feuermeer legt, dann gar nicht einzusehen sei, warum nicht bei jeder bedeutenden Luftdruckveränderung die Fluthwellen des Pyriphlegethons den Boden jener Gegenden erschüttern, was doch erfahrungsgemäss nicht der Fall ist ¹⁾. Dieser Einwurf aber, sagt Volger weiter, könne nicht erhoben werden, wenn man die durch Erdbeben erzeugten Dislocationen auf Unterwaschungen und Einsenkungen zurückführt. Sowohl ein Zunehmen als auch ein Abnehmen des Luftdrucks kann Bewegungen des Erdbodens veranlassen; es handelt sich eben nur um eine genügende Störung des Gleichgewichts. Wie durch das Ablassen eines Sees in Folge der plötzlich eintretenden Verminderung des Wasserdruckes die Ufer zu wanken beginnen und einstürzen ²⁾, so führt auch eine Verminderung des Luftdruckes zu Bewegungen im Schichtenbau der festen Erdrinde. Die Hinwegnahme oder Hinzufügung einer Last, welcher eine Schicht von einer oder mehreren Linien Quecksilbers entspricht, die über ganze Landschaften ausgebreitet wäre, ist

¹⁾ Volger, l. c., III, p. 491.

²⁾ Derartige Einstürzungen der Uferränder fanden sowohl am Zugersee wie auch am Lungernsee Statt, bei letzterem nach erfolgter Tieferlegung seines Wasserspiegels durch einen künstlichen Abzugscanal. Vergl. die Tieferlegung des Lungernsees im Canton Unterwalden; Zürich 1836.

durchaus keine irrelevante Veränderung des Gleichgewichts. Diese Vermehrung oder Verminderung des Luftdrucks braucht übrigens auch gar nicht immer über dem Stossgebiet selbst einzutreten; sie kann auch aus weiter Ferne wirken. Hält sich doch jeder Theil des festen Erdbodens gegen alle anderen im Gleichgewicht. Aus diesem Grunde ist es oft schwierig für jeden einzelnen Fall eine Veränderung des Luftdrucks in der Nähe nachzuweisen. Man erkennt die Aenderungen des atmosphärischen Druckes oft aus allgemeinen Wetterveränderungen deutlicher als aus den Barometerständen. Dies gilt besonders auch von dem Erdbeben vom 25. Juli 1855, in Bezug auf welches von den verschiedenen Beobachtungsorten die verschiedensten Barometerstände gemeldet werden, die sich aber fast alle ohne Ausnahme auf den Tag, ja vielfach nur auf die Stunde des Erdbebens beziehen, während es von der grössten Wichtigkeit wäre den Gang des Barometers innerhalb der ganzen Oscillationsperiode zu kennen. Bei aller Unzulänglichkeit geht doch aus diesen Angaben hervor, dass in dem Zeitraum von 24 Stunden, der zwischen dem Abend des 24. und dem des 25. Juli lag, ein allgemeiner grossartiger Umschwung in dem Witterungszustande der schweizerischen Bergländer sich vollzog. Der Eintritt des Regens an vielen Orten war gewiss mit Aenderungen im Gleichgewichtszustande der Atmosphäre verbunden und selbst der Eintritt der Niederschläge an zahlreichen Orten gerade im Augenblick der Katastrophe oder unmittelbar nach derselben ist in diesem Sinne gewiss nicht ohne Zusammenhang mit der Ursache, welche den letzten Anstoss geben musste, so wenig man auch sonst eine Beziehung des Regens an sich, der in Zofingen und an anderen Orten der mittleren Schweiz beobachtet wurde, mit dem gleichzeitigen Eintritt des Erdbebens im Wallis annehmen dürfte. So wandelt sich ein zeitliches Zusammenreffen, das zunächst nur als Zufall erscheint, vor tieferem Einblick in ein Ergebniss von gemeinsamer Ursächlichkeit. Auf Grund dieser Raisonsnements gelangt Volger zu dem Schluss, es könne kein Zweifel mehr bleiben, dass die Veränderungen des Luftdrucks zum Eintritt der Erdbeben die häufigste Veranlassung geben ¹⁾.

¹⁾ Volger, l. c., III, p. 491.

Dass der Druck, welchen die gasförmige Hülle der Atmosphäre auf die jener Lufthülle als Basis dienende feste Lithosphäre unseres Erdballs ausübt, sowie die Aenderungen, welche Gleichgewichtsstörungen und die hieraus sich entwickelnden Stürme in dieser Lufthülle erzeugen, auf die abyssischen Vorgänge, welche im Inneren der Lithosphäre als Lebenssymptome unseres Planeten sich vollziehen und die Oberfläche desselben beständig verändern und umgestalten, eine Einwirkung ausüben können, wird a priori nicht in Abrede zu stellen sein.

Schlagen wir auch die Widerstandsfähigkeit der festen Erdkruste noch so hoch und den Druck, welchen die Atmosphäre auf ihre Basis ausübt, im Verhältniss zur Widerstandsfähigkeit dieser ihrer Basis noch so niedrig an, so dürfen wir den letzteren doch nicht gleich Null setzen und seine Wirkung nicht gänzlich unberücksichtigt lassen. Gesetzt den Fall, an irgend einer Stelle der Erdoberfläche haben sich durch Auslaugung oder Unterwaschung unterirdische Hohlräume gebildet und die darüber lagernden Gesteinsschichten seien dadurch ihrer Unterstützung in so weit beraubt worden, dass sie eben nur noch im Gleichgewicht sich befinden, so wird eine starke Vermehrung des Luftdrucks an der einen Stelle dieses unterwaschenen Gebiets und eine plötzliche Verminderung desselben an einer anderen offenbar ausreichen, dieses Gleichgewicht zu stören und eine nicht unerhebliche Dislocation in Form von passiven Senkungen und Einstürzungen der Gesteinsschichten zu erzeugen. In neuester Zeit hat G. Darwin den mechanischen Effect der barometrischen Entlastung der Erdoberfläche zu berechnen versucht ¹⁾. Kann man nun gleich nicht behaupten, dass die diesbezüglichen Beobachtungen und Untersuchungen schon jetzt zu einem festen Ergebniss geführt hätten, so dürfte doch auf Grund des gegenwärtigen Standes der Erfahrungen anzunehmen sein, dass, wenn innerhalb eines Schüttergebietes, das in einer Phase seismischer Alteration sich befindet, oder in welchem die Vorbedingungen zu solcher Alteration gegeben sind, jene wesentliche Entlastung von

¹⁾ Darwin, on the mechan. effects of barometr. pressure on the earth's surface; Philos. Magazine 1852, 5th Ser. XIV. p. 409—416.

dem Luftdrucke eintritt, welche die Grundbedingung aller Sturmphänomene ist, die Entlastung zwar die Erderschütterung nicht erzeugt, wohl aber im Stande ist, ihr Auftreten zu beschleunigen und den Grad ihrer Heftigkeit zu erhöhen ¹⁾. Nun haben aber die oben angestellten Untersuchungen des Luftdruckes zur Genüge dargethan, dass, wie alle heftigen atmosphärischen Störungen, die wir Stürme zu nennen pflegen, so auch ganz besonders der Föhn von sehr erheblichen Schwankungen des Luftdrucks begleitet ist. Damit wäre ein erster Beweis dafür erbracht, dass ein ursächlicher Zusammenhang zwischen dem Föhn und den ihn bisweilen begleitenden seismischen Phänomenen recht wohl denkbar ist. In dem Abschnitt, der die den Föhn begleitenden Luftbewegungen untersuchte, wurden ferner zahlreiche Belege dafür erbracht, welche ungeheure Gewalt die vom Föhn bewegte Luft auf alles, was ihr hemmend in den Weg tritt, auszuüben vermag. Es wurde ferner an derselben Stelle gezeigt, dass gerade der Föhn als specifischer Gebirgswind, der von der Höhe der Kämme und Pässeinsattelungen des Gebirges mit grosser Heftigkeit zur Tiefe der Thäler sich hinabstürzt, nicht so sehr in horizontalem als vielmehr in verticalem Sinne den Boden trifft, also viel mehr als jeder andere Wind druckvermehrend und belastend auf die Erdoberfläche, die er bestreicht, einwirken muss, und damit wäre ein neues Moment gefunden, durch welches der Föhn den ersten Anstoss zu localen Dislocationen in den festen Gesteinsschichten der Erdoberfläche geben kann. Erwägen wir endlich, dass, wie weiterhin nachgewiesen wurde, der Föhn sehr rapide Temperaturveränderungen herbeiführt und dadurch mittelbar Zerreissungen im anstehenden Gestein des Gebirges erzeugt, ferner, dass dieser Wind einerseits durch Verdunstung der Erdoberfläche an einigen Stellen sehr viel Feuchtigkeit entzieht und damit das Gewicht der oberen Schichten vermindert, andererseits aber durch die reichlichen Niederschläge, die er theils in Form von Regen, theils in Gestalt von Schnee so häufig zur Folge hat, an anderen Stellen dieses Gewicht um Millionen von Kilogrammen vermehrt und dadurch nicht nur erhebliche Gleichge-

¹⁾ Suess, l. c., p. 73.

wichtsstörungen in den oberen Schichten der Erdoberfläche hervorruft, sondern auch durch Erweichung und Lockerung dieser Schichten den mittelbaren Anlass zu localen Dislocationen in Form von Erdschlipfen und Bergstürzen giebt, so haben wir eine ganze Reihe von theils direct theils indirect wirkenden Factoren ermittelt, die uns wohl zu dem Schluss berechtigen, dass die Annahme eines Zusammenhanges zwischen Föhn und Erdbeben in dem Sinne, dass der erstere als Ursache, das letztere als Wirkung anzusehen ist, wenn gleich nicht in allen, doch in vielen Fällen eine zulässige ist ¹⁾.

¹⁾ Die Folgen und Wirkungen des Föhns und die eminent praktische Bedeutung, welche er durch dieselben für die gesammte Welt der anorganischen und organischen Gebilde seines Herrschaftsgebiets in den Alpen gewinnt, sind vom Verfasser behandelt worden in einer Specialmonographie: *Der Alpenföhn in seinem Einfluss auf Natur- und Menschenleben*; Ergänzungsheft No. 83 zu Petermanns Mittheilungen, Gotha, J. Perthes 1886.

Anhang.

Analoge Phänomene.

Nachdem wir nunmehr den Föhn in seinen charakteristischen meteorologischen Eigenthümlichkeiten nach allen Seiten hin betrachtet und gezeigt haben, wie er in der Schweiz und den übrigen Berggebieten der Alpen auftritt, drängt sich von selbst die Frage auf, ob dieser Wind ausschliesslich dem Alpengebiet eigenthümlich ist, oder auch in anderen Berggegenden vorkommt. Nun ist zwar die Meteorologie und Klimatologie eine verhältnissmässig jugendliche Wissenschaft und erst einer späteren Zeit wird es vorbehalten bleiben, die Früchte der Forschungen zu ernten und zu verwerthen, die man jetzt auch in aussereuropäischen Ländern mit grösserer Energie auf dem Gebiete der Witterungskunde anzustellen beginnt. Allein so viel lässt schon jetzt mit Sicherheit sich feststellen, dass der Föhn der Alpen ein Unicum nicht ist, sondern dass es auch in anderen europäischen und aussereuropäischen Ländern Winde giebt, welche, ob sie gleich andere Namen tragen, doch unter ganz ähnlichen charakteristischen Erscheinungen auftreten und ihrer Natur und ihrem Wesen nach, wenn nicht vollkommen gleichartig, so doch sehr verwandt mit dem Föhn der Alpen zu sein scheinen ¹⁾.

Beginnen wir bei Betrachtung dieser analogen Phänomene mit den den Alpen am nächsten gelegenen Berggebieten, so finden wir zunächst in Siebenbürgen einen Wind, der hier unter dem

¹⁾ Ueber die Beziehung des Föhns zu Bora und Mistral vrgl. Köppen, über Föhn, Bora und Gebirgswinde; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., XVII, 1882, p. 462.

Namen rothenthurmer oder talmatscher Wind bekannt ist, weil er durch den Rothenthurmpass über die Ortschaft Talmatsch nach Hermannstadt gelangt, wo er besonders häufig beobachtet wird unter denselben charakteristischen Begleit- und Folgeerscheinungen wie der Föhn der Alpen, indem er die Wärme der Luft rasch vermehrt, ihre relative Feuchtigkeit stark vermindert, in Folge dessen im Winter den Schnee sehr rasch beseitigt und häufig reichliche Niederschläge herbeiführt ¹⁾.

Auch der Apenninenhalbinsel scheint ein von den Alpen unabhängiger föhnartiger Wind eigen zu sein, der namentlich zu Modena als ein vom Nordapennin herabkommender Südwestwind mehrfach beobachtet wurde und hier regelmässig unter denselben Erscheinungen auftritt wie der Föhn in den Nordthälern der Alpen. So erhöhte z. B. dieser trocken-warme Südwest am 15. Januar 1867 die Temperatur der Luft zu Modena rasch von $4,4^{\circ}$ auf $15,2^{\circ}$, während er ihre relative Feuchtigkeit, die am 14. noch 98 % betragen hatte, um 4 h pm des erst genannten Tages bereits auf 35 % herabgemindert hatte ²⁾.

Ebensowenig fehlt es der iberischen Halbinsel an föhnartigen Luftströmungen. Aus dem *Bulletin international* ergibt sich, dass zu Zeiten, wo der Föhn in der Schweiz herrscht, die Witterungsverhältnisse gewisser Districte Spaniens in ganz auffallender Weise übereinstimmen mit denen, die auf den schweizerischen Föhnstationen beobachtet wurden. Es gilt dies namentlich von Bilbao, San Fernando, Tarifa, Alicante und Barcelona. Tarifa und Alicante liegen nicht weit von der afrikanischen Küste gleichsam noch am Nordfusse des Atlas, wie Bilbao am Nordfusse der die Pyrenäen fortsetzenden kantabrisch-asturischen Küstenkette liegt. Auf diesen Stationen wehen in der Regel, während in der Schweiz der Föhn herrscht, südöstliche Winde, welche die Temperatur derartig erhöhen, dass dann in Bilbao das Thermometer höher steht

¹⁾ Reissenberger, eine Art Föhn in Siebenbürgen; Zeitschr. der österr. Ges. f. Met., III, p. 205.

²⁾ Ragona, il Föhn in Italia; annuario della società meteorologica italiana Vol. I, No. 6, 15. Gennajo 1878; Roma, Torino, Firenze 1878, p. 85.

Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., XIII, p. 201 u. 204.

als auf allen übrigen europäischen Stationen mit Ausnahme von Alicante. Auch der Luftdruck zeigt hier ganz ähnliche Schwankungen, wie sie der Föhn in der Schweiz hervorruft. Das Temperaturmaximum fällt entweder mit dem Luftdruckminimum zusammen oder tritt einen Tag später ein. So beträgt am 9. März 1867 bei stark wehendem Südost die Temperatur in Barcelona $15,0^{\circ}$, in Alicante $17,0^{\circ}$, in Bilbao sogar $20,0^{\circ}$, während am letzt genannten Orte das Barometer schon am 8. mit 740 mm sein Minimum erreicht hat und am 9. bereits wieder auf 742,7 mm gestiegen ist. Am 18. April des genannten Jahres hat Bilbao bei einem Barometerminimum von 755,2 mm ein Temperaturmaximum von $23,4^{\circ}$, in diesem Augenblick die höchste Temperatur Europas, während die an der Süd- und Südwestküste gelegenen gleichfalls vom Südostwind beherrschten Stationen Alicante $21,0^{\circ}$, Tarifa $20,7^{\circ}$ und San Fernando $20,6^{\circ}$ aufzuweisen haben. Am 19. April hat Bilbao bei fortdauerndem Südost noch $20,1^{\circ}$, San Fernando nur noch $17,1^{\circ}$, in Alicante dagegen hat der starke Südwind die Temperatur bis auf 25° gesteigert¹⁾. Nach Hellmann ist der aus dem Innern der iberischen Halbinsel kommende Terral, der namentlich in der Vega von Malaga besonders häufig und heftig auftritt, „seiner Natur nach ein Föhn“²⁾.

Unverkennbaren Föhncharakter sowohl in seinen meteorologischen Begleiterscheinungen wie auch in seinen physiologischen Wirkungen trägt ferner jener merkwürdige unter dem Namen Vent d'Espagne wohl auch Scirocco bekannte Wind an sich, der, über die Kämme der Pyrenäen und die Pässeinsattelungen ihrer Ports sich herabstürzend, nicht nur den ganzen Nordhang der Pyrenäen und die ihn durchfurchenden Querthäler beherrscht, sondern seine Wirkungen bis tief nach Frankreich hinein fühlbar macht, indem er ganz so wie der Föhn der Alpen die Wärme der Luft stark vermehrt, ihren Druck und ihre relative Feuchtigkeit

¹⁾ Wettstein, l. c., p. 358.

²⁾ Hellmann, Feuchtigkeit und Bewölkung auf der iberischen Halbinsel; Niederländisches meteorolog. Jahrb. 1876, Utrecht 1877.

Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., XIII, p. 307 bis 310 und 386 bis 390.

Behm, geographisches Jahrbuch, VII. Bd. Gotha 1878, p. 22.

aber erheblich vermindert und auf alle animalischen Organismen, die seiner Einwirkung ausgesetzt sind, einen stark deprimirenden Einfluss äussert. Während z. B. in der zweiten Hälfte des November 1876 unter dem Einflusse barometrischer Minima, welche um diese Zeit die iberische Halbinsel von Südwesten her erreichten, ein grosser Theil Spaniens von ungemein reichlichen Regengüssen überfluthet wird, die stellenweis eine ganz abnorme Niederschlagsmenge liefern und mehrfach verheerende Stromüberfluthungen verursachen, herrscht in dem ganzen am Nordhang der Pyrenäen gelegenen Theile Südfrankreichs unter dem Einfluss warmer über das Gebirge her wehender Süd- und Südwestwinde eine so auffallende Wärme und Trockenheit, dass am 13. das Thermometer zu Biarritz auf 25° , zu St. Martin de Hinx auf 26° , zu Tarbes auf 24° steigt und selbst auf dem Gipfel des Pic du Midi de Bigorre bis zu einer Höhe von 8° sich erhebt und die relative Feuchtigkeit der Luft selbst in dem vom Gebirge schon ziemlich entfernt gelegenen Limoges auf 15 % herabgemindert wird. Dass ein Wind, der mit solcher Wärme und Trockenheit auftritt, auf die winterliche Schneedecke des Hochgebirges gleich überraschende Einwirkungen ausüben muss, wie der Föhn der Alpen, wenn er gegen Ende des Winters mit erneuter Kraft sich einstellt und den Bergen den Frühling bringt, leuchtet von selbst ein ¹⁾).

¹⁾ Carlier, observations météorologiques faites à St. Martin de Hinx; Bayonne 1875.

Hébert, étude sur les grands mouvements de l'atmosphère et sur le Foehn et le Sirocco pendant l'hiver 1876 et 1877; Atlas météorol. de l'observ. de Paris, Tome VIII, Année 1876; Paris 1877.

Lambon et Lezat, les Pyrénées et Bagnères-de-Luchon, Paris 1863, p. 361.

Piche, le coup de Sirocco du 1. Septembre 1874; Pau 1876.

Fines, vent, sa direction et sa force observées à Perpignan; Extr. du XX^e Bullet. de la Soc. agricole et des Pyrénées orientales, Perpignan 1873.

Fines, Bullet. météorolog. du département des Pyrénées orientales publié sous les auspices du départem. et de la ville de Perpignan, Année 1876; Perpignan 1877.

Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., IX, p. 206 u. 207; XI, p. 304, XIII, p. 317, XIV, p. 231.

Behm, geogr. Jahrbuch, VII, p. 61.

Auch das Küstengebirge der Krim verursacht Luftströmungen, die zu Simferopol mit deutlich ausgeprägtem Föhncharakter auftreten ¹⁾.

Aber nicht blos auf europäischem Boden, auch in ausser-europäischen Gebirgen treten von Zeit zu Zeit Winde auf, welche unverkennbar Föhncharakter an sich tragen. Besonders merkwürdig und beachtenswerth ist es, dass zu derselben Zeit, während welcher der in den vorstehenden Untersuchungen eingehend berücksichtigte Föhn vom 23. September 1866 die Alpenthäler der Schweiz durchbrauste, auch die Nordküste des afrikanischen Continents und zwar speciell das am Nordfusse des Atlas gelegene Algier von einem Sturm heimgesucht wurde, der in allen seinen Begleiterscheinungen die auffallendste Aehnlichkeit mit dem Föhn der schweizer Alpen zeigt. Aus den Mittheilungen des Directors des meteorologischen Observatoriums zu Algier geht hervor, dass die Schwankungen des Luftdrucks in Afrika die gleichen waren wie diejenigen, welche zu derselben Zeit im westlichen Europa beobachtet wurden, und es lässt sich sogar feststellen, dass die Curve dieser Schwankungen in Algier im Allgemeinen den barometrischen Oscillationscurven der schweizerischen Stationen gleicht. In Algier betrug die Luftdruckschwankung zwischen dem 20. und 23. September 12,3 mm, ein Werth, der dem in den schweizerischen Alpenthälern beobachteten nahezu gleichkommt. Das Luftdruckminimum trat am 23. Nachmittags 3 Uhr ein fast genau um dieselbe Zeit, zu welcher es in Bern beobachtet wurde. Es ergiebt sich ferner aus jenen oben erwähnten Mittheilungen, dass ebenso wie in der Schweiz auch in Algier die Temperatur am 21., 22. und 23. September eine bedeutend höhere war als in den unmittelbar voraufgehenden und nachfolgenden Tagen. Das Mittel dieser drei Tage beträgt nicht weniger als 28 °. Am 21. ist die Zunahme der Wärme am bedeutendsten und bereits am 22. erreicht sie ihr Maximum, während auf den meisten schweizerischen Föhnstationen das Steigen der Temperatur erst am 22. begann und das Maximum im Allgemeinen am 24. eintrat. Algier ist also in dieser Beziehung der Schweiz um einen Tag voraus. Vom 22. Morgens 5 Uhr bis zum 24. Nachmittags 4 Uhr, also während

¹⁾ Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., VIII, p. 127.

eines Zeitraums von 35 Stunden, sank hier die Temperatur nicht einen Augenblick unter $26,8^{\circ}$ und erreichte mehrere male eine Höhe von 35° . Selbst während der Nacht blieb sie sehr hoch. Dieselben drei Tage, die uns hier als die wärmsten des Monats entgegentreten, erweisen sich auch als die trockensten; namentlich zeichnet sich der 22. durch ungewöhnliche Lufttrockenheit aus. Zwischen dem 21. Abends 8 Uhr und dem 25. Nachmittags 3 Uhr, also während eines Zeitraums von 43 Stunden, in welchen zwei Nächte mit eingeschlossen sind, betrug die mittlere Feuchtigkeit der Luft nicht mehr als 23 %. Am 22. war die mittlere Spannung des in ihr enthaltenen Wasserdampfes $8,7$ mm, am 23. um 6 Uhr Morgens $3,1$ mm. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ist also während dieser ganzen Zeit ein sehr geringer und die dem Boden zunächst befindlichen Luftschichten hätten sich sehr hoch erheben und sehr stark abkühlen können, bevor Verdichtung des Wasserdampfes und Niederschlag eingetreten wäre. Was endlich Luftbewegung, begleitenden Wolkenzug und andere Wettererscheinungen anbetrifft, so liegen über den 19. und 20. keine diesbezüglichen Beobachtungen vor. Am 21. herrschte den Tag über noch Nordwind, gegen Abend aber setzt er zunächst in Südost, dann in Süd um, der hier mit dem Namen Scirocco bezeichnet wird. Während der darauf folgenden Nacht und am Morgen des 22. wehten zunächst Südwest-, Süd- und Südostwinde, dann veränderliche Luftströmungen aus Ost- und Ostnordost, welche am Nachmittag wieder in Süd- und Südsüdwest übergingen. Um diese Zeit nahm der Himmel ein drohendes Aussehen an; es blitzte in der Ferne; auch fielen einige Tropfen Regen; die Wolken der höheren Regionen zogen mit dem Südwest. Dasselbe war auch am 23. der Fall, an welchem der Wind während des Morgens aus Südwest, Süd oder Südost wehte, während am Nachmittag veränderliche Strömungen aus Ost, Ostnordost, Süd und West vorherrschten. In Boghar und Dellys wird an diesem Tage starker Sciroccosturm beobachtet. Auch am 24. weht der West und Südwest in Algier noch so heftig, dass er auf dem Observatorium arge Verwüstungen anrichtet. Fort Napoleon und Aumale melden starken Scirocco. Ebenso wüthet der Sturm in Dellys, Biskra und Bona mit orkanartiger Heftigkeit. Am 25. ziehen die Wolken noch mit dem West- und Südwestwinde, in

der Tiefe aber herrscht bereits der Nordwest wieder vor. Fassen wir nun die Resultate aller dieser Beobachtungen zusammen, so ergibt sich eine Reihe von Erscheinungen, die ihrer Natur nach ganz dieselben sind, wie sie bei dem zu derselben Zeit in der Schweiz herrschenden Föhn beobachtet wurden. Bei starken südlichen, südwestlichen oder südöstlichen Luftströmungen, die hier wie dort von einem hohen Gebirge herabkommen, sinkt das Barometer, während das Thermometer rasch steigt und das Psychrometer eine auffallende Verminderung der atmosphärischen Feuchtigkeit anzeigt. Algier, Dellys, Constantine, Bona und andere Orte, an denen dieser Sturm beobachtet wurde, liegen in ähnlicher Weise am Nordfuss des Atlasgebirges wie die schweizerischen Föhnstationen am Nordhang der Alpenkette. Diese unverkennbare Analogie in der geographischen Lage von Orten, die räumlich mindestens 1200 km von einander entfernt sind, ganz besonders aber die auffallende Uebereinstimmung in einer ganzen Reihe von atmosphärischen Erscheinungen, die nicht nur gleichzeitig an diesen so entfernten Orten beobachtet wurden, sondern auch ihrer Natur und ihrem Wesen nach durchaus gleichartig sind und auf die gleichen Ursachen hindeuten, lassen wohl darauf schliessen, dass das zeitliche Zusammenfallen jener beiden merkwürdigen Sturmphänomene kein zufälliges war, sondern dass ein gewisser ursächlicher Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungsgruppen bestanden haben müsse, und berechtigen uns zu der Annahme, dass dieselbe Störung des atmosphärischen Gleichgewichts, die in den schweizer Alpen den Föhn hervorrief, einen Theil des nordafrikanischen Mediterrangebietes in Mitleidenschaft zog und auch dort Luftbewegungen erzeugte, die unter analogen topographischen Verhältnissen auch von ähnlichen atmosphärischen Erscheinungen begleitet waren wie der zu derselben Zeit in der Schweiz herrschende Föhn. Wenn das afrikanische Sturmgebiet südlicher liegt als das schweizerische Föhngebiet, somit also entfernter vom Depressionscentrum, so compensirt sich diese grössere Entfernung in meridionaler Richtung durch die westlichere Lage des ersteren ¹⁾.

¹⁾ Dufour, l. c., p. 80—84.

v. Wattenwyl, Blätter vom Brienzer See, Bern 1884, p. 20 bis 22.

Auch in Lenkoran am Westufer des Kaspisees tritt bisweilen ein föhnartiger Südwestwind, der von dem 2000 m hohen Küstengebirge herabkommt, mit grosser Heftigkeit auf. Am 23. und 24. Februar 1870 steigerte derselbe die Temperatur auf $+26,3^{\circ}$. Ebenso waren in Baku Wärme und Trockenheit sehr fühlbar. Die Gegend ist hier sehr feucht. Wenn aber der Südwest sich erhebt, so krachen alle aus Holz gefertigten Gegenstände und werfen sich ganz ebenso wie die Holzgeräthe der Hirtenvölker in den Alpen und das Gebälk der Hütten und Häuser, die sie bewohnen ¹⁾.

Von denselben Erscheinungen ist in der persischen Provinz Gilan an der Südwestküste des kaspischen Meeres ein im Winter oft ganz plötzlich sich erhebender Südwind begleitet. Obwohl derselbe von einem schneebedeckten Gebirge herabweht, steigert auch er nicht nur die Temperatur auffallend, sondern trocknet alles Holz und alle sonstigen brennbaren Gegenstände der Art aus, dass ebenso, wie in der Schweiz beim Wehen des Föhns, auch hier alle Feuer in den Dörfern und Ortschaften am Fusse des Gebirges gelöscht werden müssen. In der Regel folgt diesem Winde nach Verlauf von 24 Stunden Regen oder Schnee ²⁾.

Wie bedeutend die erwärmende Kraft eines solchen Fallwindes ist und wie völlig unabhängig die von ihm hervorgerufene Erwärmung der Luft von der sonst herrschenden Lufttemperatur bleibt, das beweist am besten der an der Westküte Grönlands von Zeit zu Zeit bei tiefem Barometerstande auftretende Wind, der nichts anderes als ein echter Föhnwind ist ³⁾. Die Temperatursteigerung wird hier durch östliche und südöstliche Winde hervorgerufen, also durch Luftströmungen, die aus dem vereisten Innern Grönlands kommen, zuerst nur stossweis in den oberen Regionen der Atmosphäre auftreten, dann aber in die Tiefe herabsteigen.

¹⁾ Der Föhn in Mingrelien; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., VI, p. 203 u. 204.

²⁾ Wojeikoff, ein Föhn im Kaukasus; Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., VIII, p. 44.

Kiefer, Föhn im Kaukasus; *ibid.*, p. 171.

Föhn zu Trapezunt; *ibid.*, XV, p. 326 u. 327.

³⁾ Fuchs, der Föhn der Alpen und der Föhn von Grönland; Zeitschr. d. deutsch. u. österr. Alpenver., X; München 1879, p. 37.

Diese Erscheinung ist eine so auffallende, dass frühere Beobachter durch sie zu der irrigen Annahme sich verleiten liessen, das Innere Grönlands müsse sich eines ganz besonders milden Klimas erfreuen oder von feuerspeienden Bergen erfüllt sein. Weder das eine noch das andere ist der Fall. Dagegen hat Hoffmeyer ¹⁾ nachgewiesen, dass alle Bedingungen für Entstehung föhnartiger Luftströmungen thatsächlich hier gegeben seien. Nach den neuesten Höhenmessungen kann es nicht mehr länger bezweifelt werden, dass die Berge im Innern Grönlands bis zu einer Höhe von 2000 m aufragen. Wenn daher ein Luftstrom, der von Osten her über das Meer kommt und in Folge dessen mit Feuchtigkeit gesättigt ist, diesen Gebirgswall passirt, so wird er beim Hinaufsteigen an der Luvseite des Gebirges um etwa 10° sich abkühlen, beim Herabsinken an der Leeseite desselben aber um 20° sich erwärmen, an der Westküste also um 10° wärmer auftreten als an der Ostküste. Weht dieser Wind mehrere Tage lang, so zehrt er den Schnee durch Verdunstung rasch auf. Er erhöht die Temperatur durchschnittlich um 12 bis 19° , im Herbst und Frühling um 11° . Gewöhnlich folgen ihm Süd- und Südwestwinde mit tief ziehenden Wolken, die sich ihrer Feuchtigkeit in reichlichen Niederschlägen entledigen, also auch hier genau dieselben Erscheinungen wie beim Alpenföhn. Auffallende Aehnlichkeit mit dem heissen Südostwinde Grönlands und dem Föhn der Alpen zeigen auch die trocken-warmen Südwinde, die in Mosselbay auf Spitzbergen bisweilen beobachtet wurden ²⁾. Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass sowohl in den Alleghanies und Rocky Mountains Nordamerikas wie auch in den gletscherbedeckten Gebirgen Neuseelands föhnartige Winde beobachtet wurden ³⁾.

Aus diesen Analogieen ergibt sich zur Genüge, dass der Föhn eine atmosphärische Erscheinung ist, die sich durchaus nicht

¹⁾ Hoffmeyer, le Foehn du Grönland; Kopenhagen 1877.
Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met., XIII, p. 65 bis 70.

Behm, geogr. Jahrb. VII, p. 62.

Nares, the Arctic Föhn; Geographical Magazine, Dec. 1877.

²⁾ Wijkander, öfversigt of K. Sv. Vet. Akad. Forh. 1875, No. 8.
Behm, geographisches Jahrbuch, VII, p. 8.

³⁾ Wettstein, l. c., p. 359 und 360.

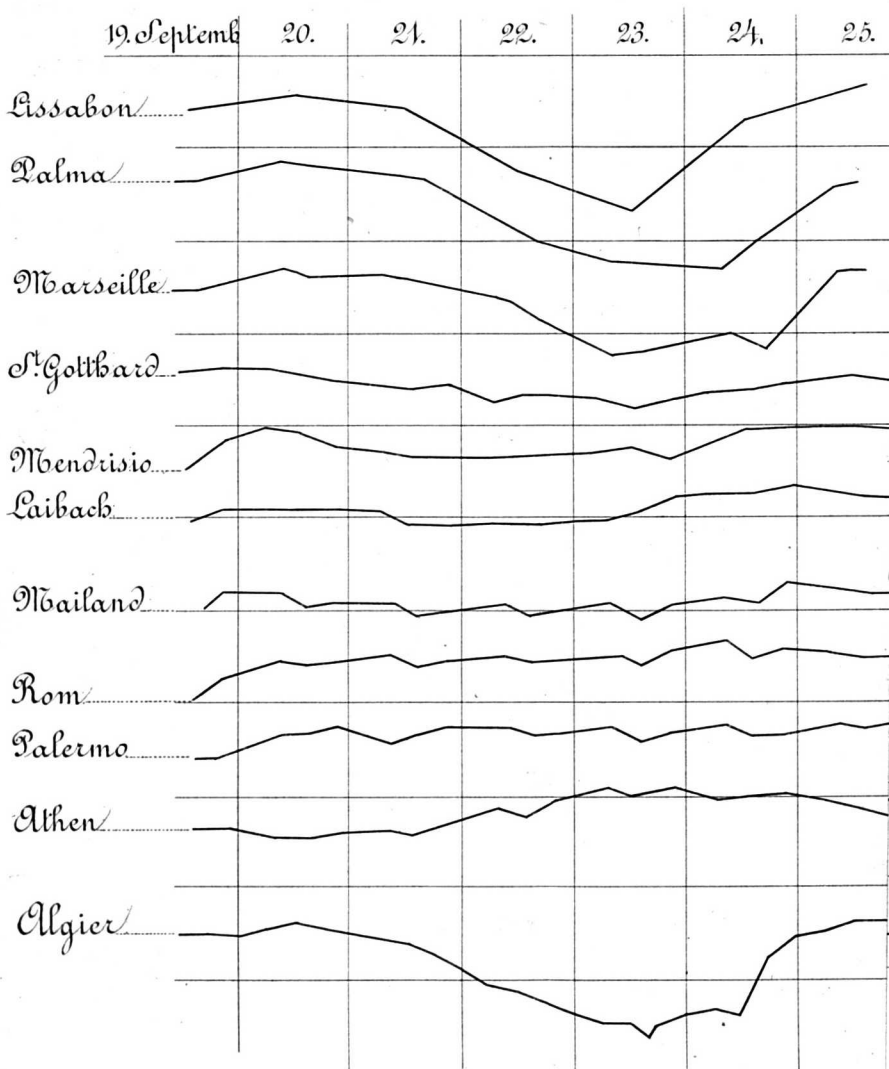
ausschliesslich auf das Gebiet der Alpen beschränkt, sondern auch in anderen Gebirgen der Erde, die ähnliche Höhe, Orientirung und Configuration aufweisen, zu finden ist; und es unterliegt schon jetzt gar keinem Zweifel mehr, dass mit Erweiterung und Ergänzung unserer bisher noch sehr mangelhaften und lückenhaften Kenntnisse der meteorologischen und klimatischen Verhältnisse entlegener Erdgebiete auch die Zahl föhnartiger Winde, welche die Gebirge jener in meteorologisch-klimatischer Beziehung noch wenig erforschten Länder überwehen, nicht unerheblich sich vermehren wird.

Druckfehler.

Seite 63	Zeile 14	von unten	lies	gestreiften	statt	gestrieffen
„ 84	„ 5	„ „	„	Enziloeh	„	Enzlioch
„ 143	„ 19	„ „	„	das	„	des

Gang des Luftdrucks beim Föhn vom 23. September 1866

(nach Dufour, recherches etc.)



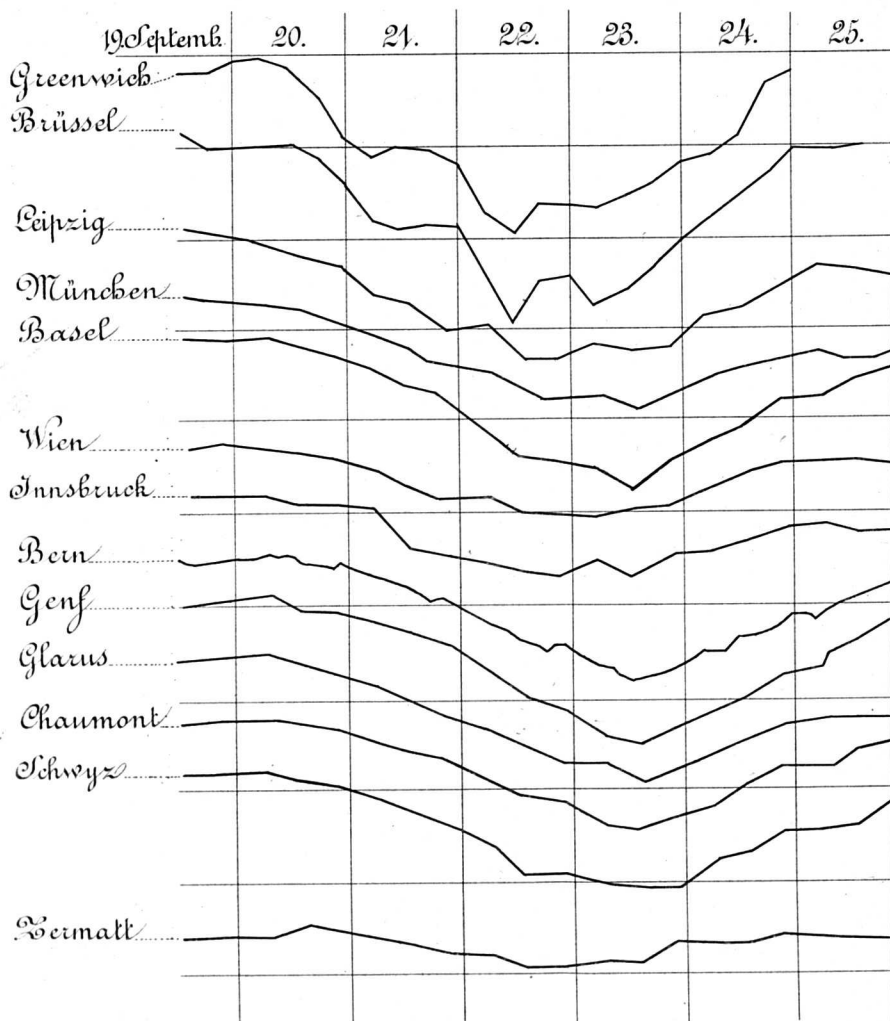
Horizontalmassstab Eine Stunde = 0,6233 m/m.

Verticalmassstab Ein Millimeter Druck = 1,2566 m.

Intervalle der Horizontallinien = 3,333 Millimeter Druck.

Gang des Luftdrucks beim Föhn vom 23. September 1866

(nach Dufour, recherches etc.)



Horizontalmassstab Eine Stunde = 0,6233 m/m.

Verticalmassstab Ein Millimeter Druck = 1,2566 m/m.

Intervalle der Horizontallinien = 3,333 Millimeter Druck.

d. 15. Novbr. 1867 Vormittags 8^h.
(nach Wettstein, die Strömungen etc.)

Taf. III



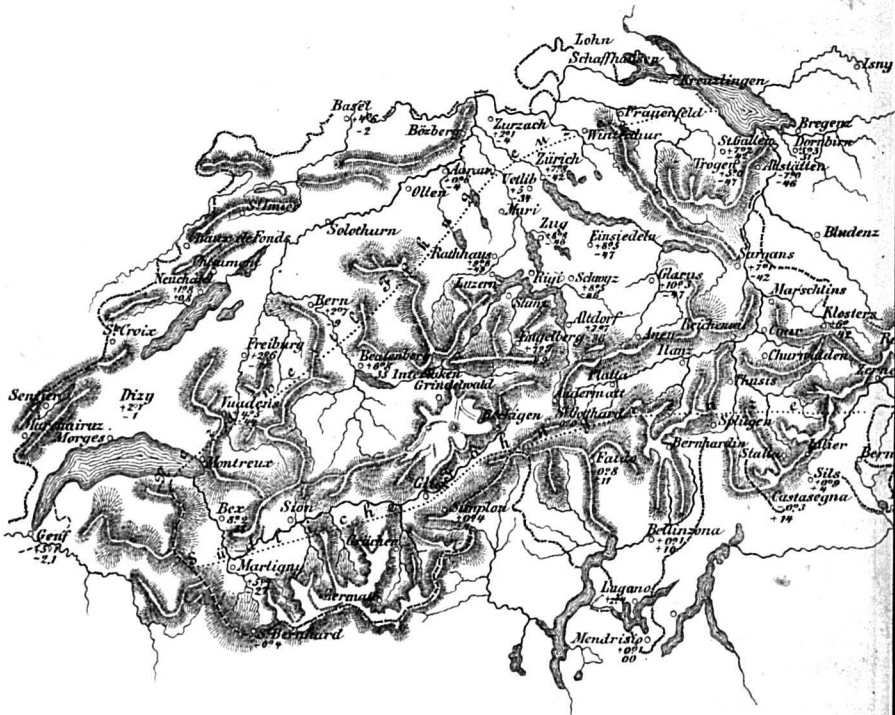
d. 16. Novbr. 1867 Vormittags 8^h
(nach Wettstein, die Strömungen etc.)

Taf. IV.



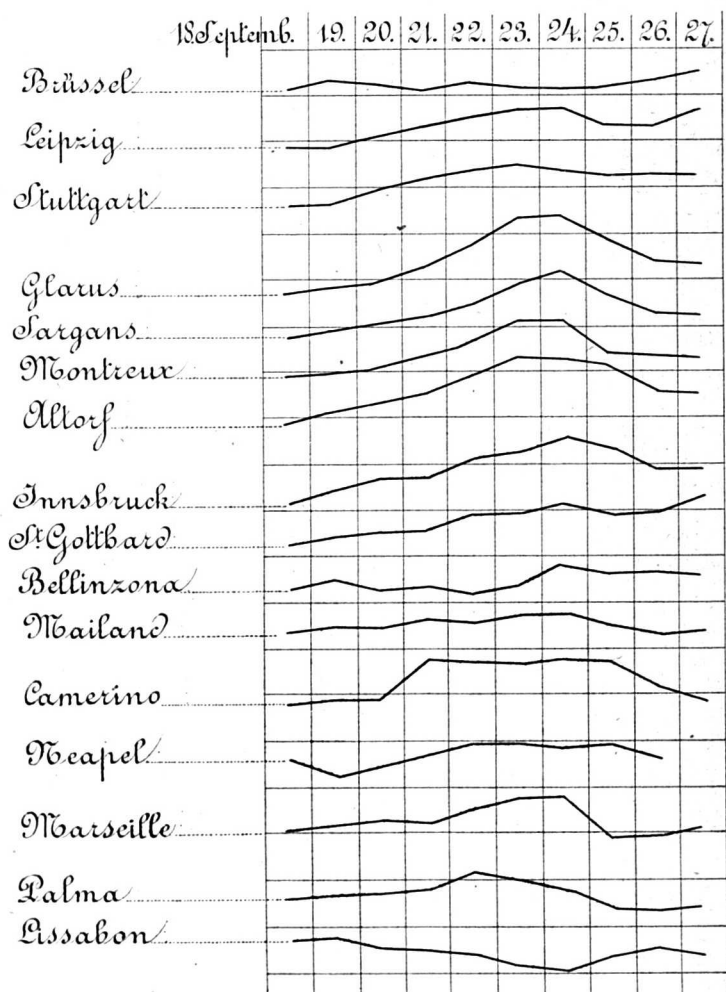


Vertheilung der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft
beim Föhn vom 23. September 1866
(nach Mühry Untersuchungen etc.)

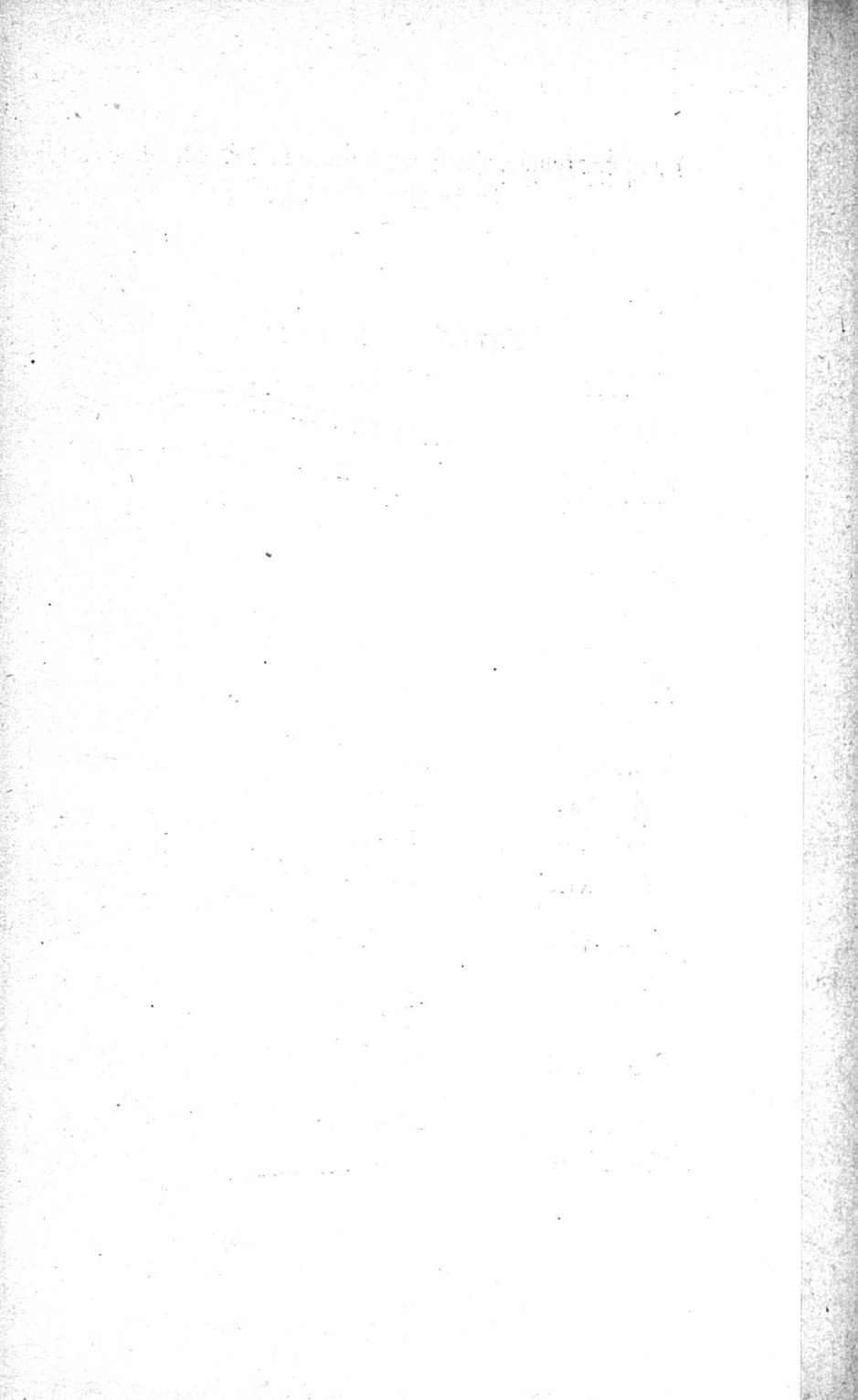


NB. Die Zahlen geben an die Abweichungen der Temperatur und der Saturations-
Procente des Tagesmittels vom Mittel des laufenden Monats.

Gang der Temperatur beim Föhn vom 23. September 1866 (nach Dufour, recherches etc.)



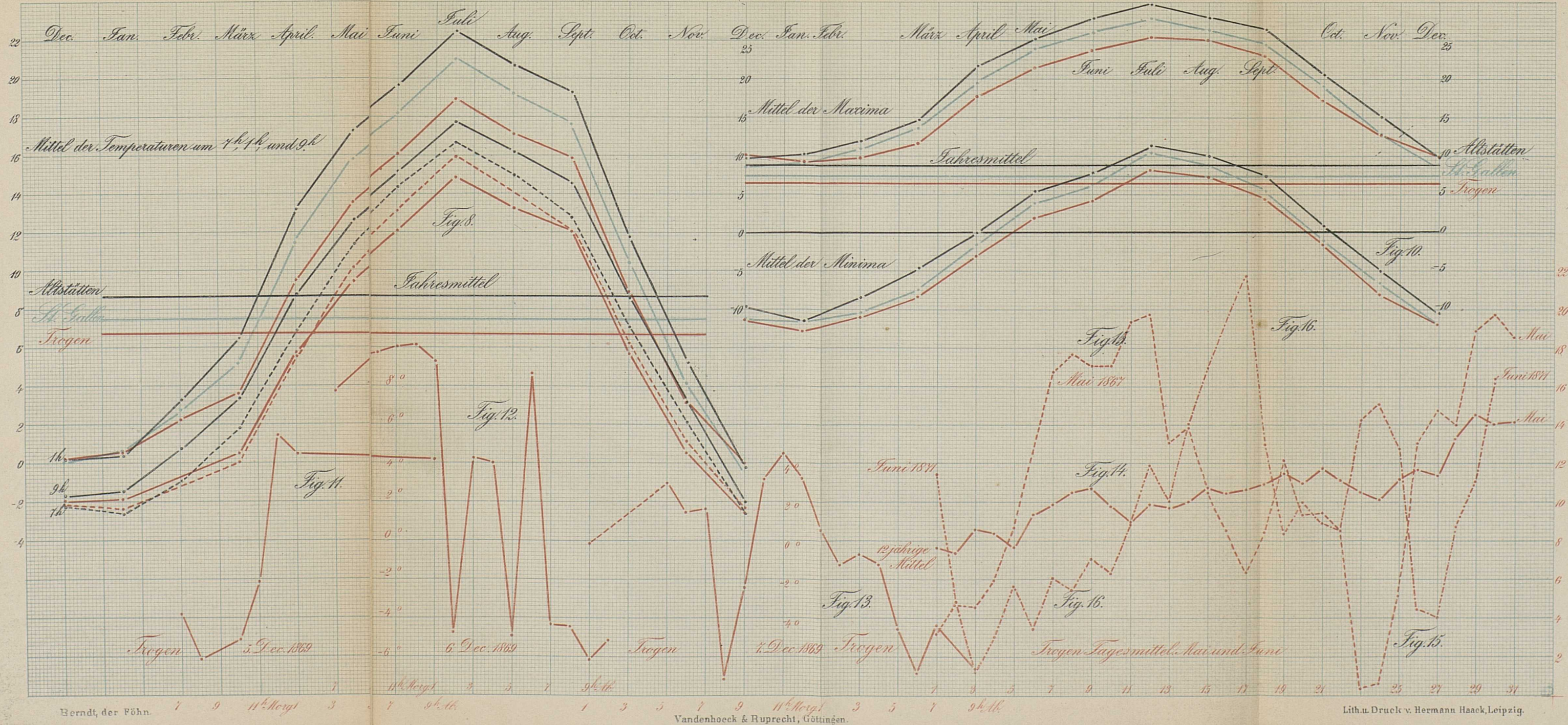
Horizontalmassstab: Ein Tag = 6,333 $\frac{m}{m}$
 Verticalmassstab: Ein Grad = 0,6266 $\frac{m}{m}$
 Intervalle zwischen den Horizontallinien = 3,333°



Gang der Temperatur zu Trogen beim Föhn vom 5. bis 7. December 1869.

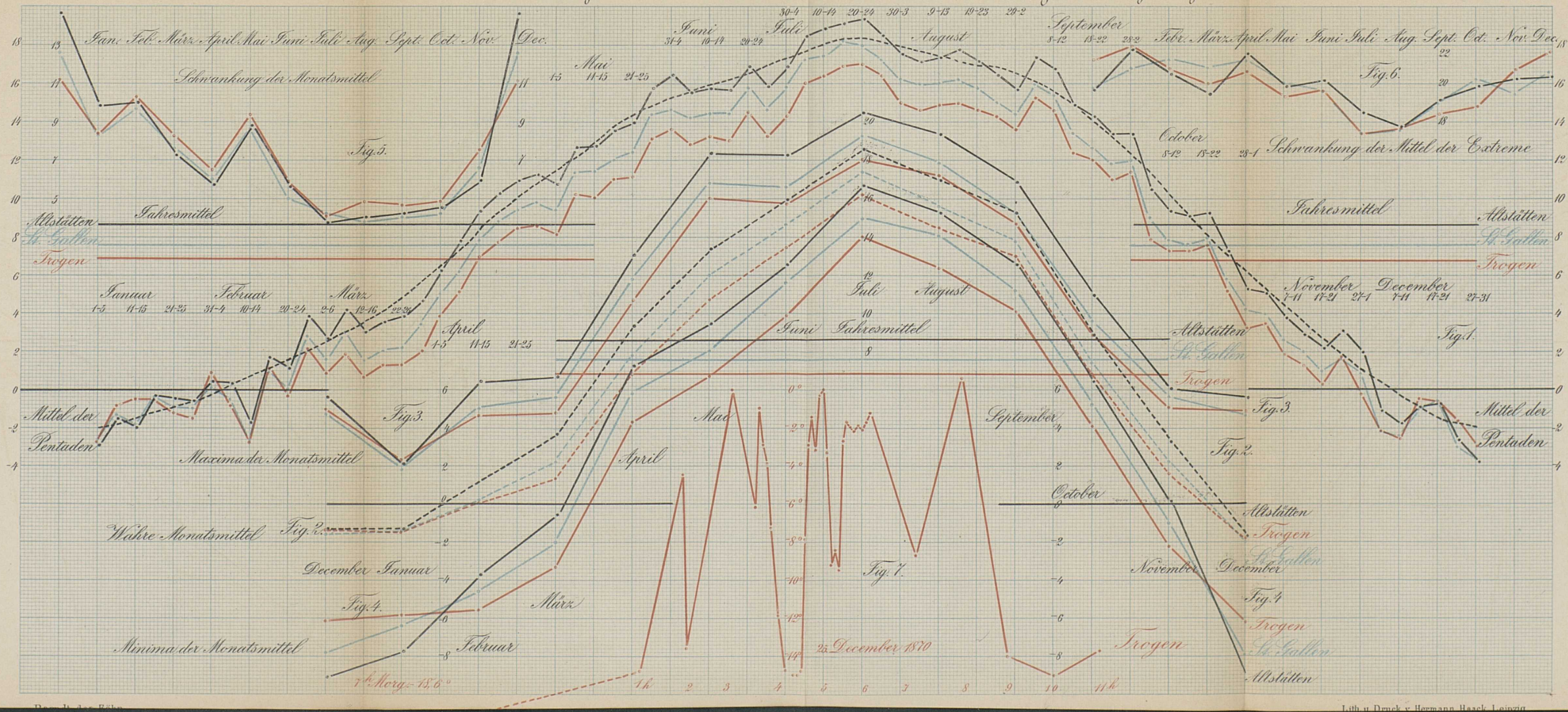
(Nach S. Wanner, Untersuchungen über die Wärmeverhältnisse von Altstätten, St. Gallen, Trogen u. Gäbris.)

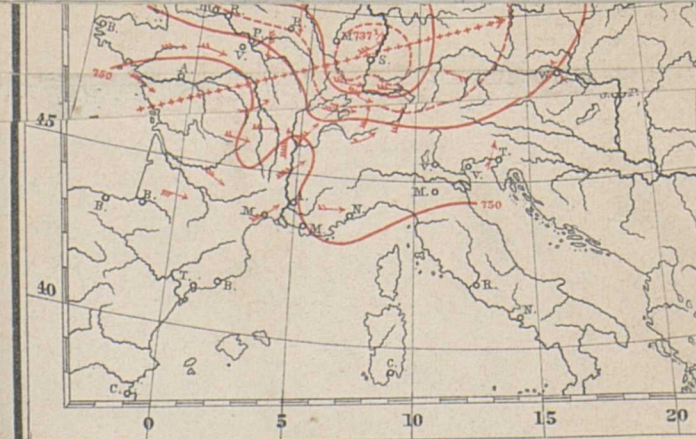
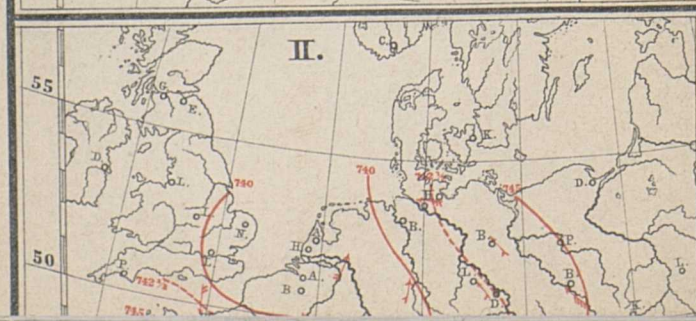
Tafel VIII.



(Nach S. Wanner, Untersuchungen über die Wärmeverhältnisse von Altstätten, St. Gallen, Trogen u. Gäbris.)

Tafel IX.





Berndt, der Föhn.

**ÜBERSICHTSKARTE
DES
SCHWEIZERISCHEN FÖHNGEBIETES**
Von G. Berndt.
Maßstab 1: 925.000.

Die rot kolorierten Thälrinnen bezeichnen die
Hauptkanäle der Föhnströme.
Hauptföhnstationen.



Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht.

Gotha: Justus Perthes.

